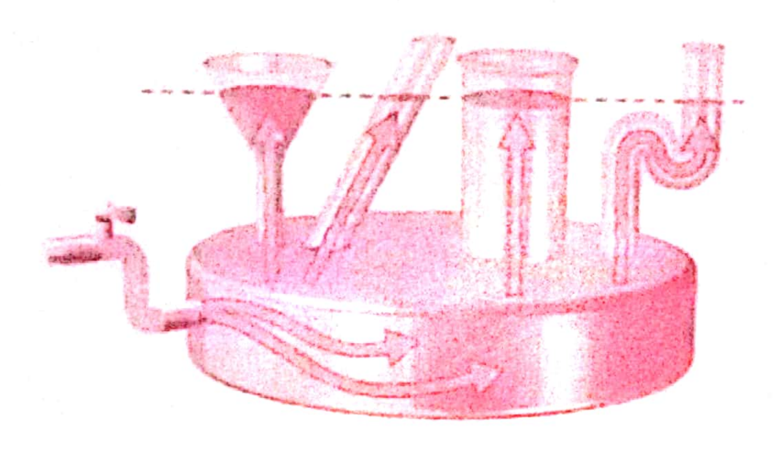
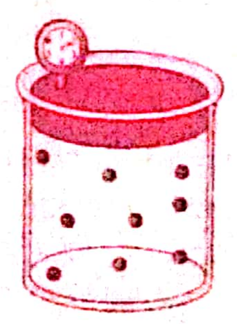
الوحدة الثانية : خواص الموائع

الفصل الثالث : خواص السوائل الساكنة



الوحدة الثالثة : الحـــرارة

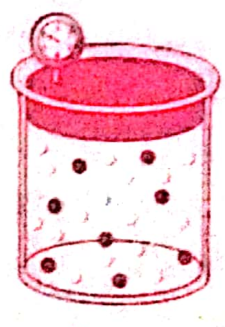
الفصل الخامس : قوانين الغازات



ضغط الغاز الأول



ضغط الغاز الثاني



الضغط الكلي

الفصل الثالث خواص السوائل الساكنة

• **المائع :** هو أى مادة قابلة للانسياب ولا تتخذ شكلاً محدداً مثل السوائل والغازات .

• **كثافة مادة متجانسة ρ :** كتلة وحدة الحجوم من المادة .

فإذا كانت (m) كجم هى كتلة مادة متجانسة معينة ، تشغل حجمًا قدره (v) م³ فإن الكثافة (ρ) تحسب بالقانون :

$$\rho = \frac{m}{(V_{oL})}$$



• **وحدة قياس الكثافة :** تقدر بـ كجم/م³ .

• **أسباب تغير الكثافة من عنصر لآخر :**

١- التغير فى الوزن الذرى .

٢- الاختلاف فى المسافة البينية بين الذرات أو الجزيئات .

س: علل : اختلاف الكثافة من عنصر لآخر .

• **الكثافة النسبية لمادة (الوزن النوعى) :**

هى النسبة بين كثافة هذه المادة فى درجة حرارة معينة إلى كثافة الماء فى نفس درجة الحرارة.

∴ الكثافة النسبية (الوزن النوعى) = كثافة المادة فى درجة حرارة معينة / كثافة الماء فى نفس درجة الحرارة

فإذا ضرب البسط والمقام فى مقدار ثابت معين لا يتغير الناتج .

∴ الكثافة النسبية لمادة ما

= كثافة المادة فى درجة حرارة معينة × حجم هذه المادة / كثافة الماء فى درجة حرارة معينة × حجم الماء المساوى لحجم المادة

∴ الكثافة النسبية لمادة ما = كتلة حجم معين من المادة فى درجة حرارة معينة / كتلة نفس الحجم من الماء فى نفس درجة الحرارة

← الكثافة النسبية نسبة لا تميز ، لأنها نسبة بين كميتين متماثلتين .

• **ملاحظات :**

١ - تختلف كثافة الجوامد والسوائل باختلاف درجة حرارتها ، أما الغازات فإن كثافتها تختلف باختلاف كل من درجة حرارتها والضغط الواقع عليها .

٢ - كثافة مادة ما مقدرة بالجم/سم^{٣} فى درجة ٤° سيلزيوس تتساوى مع كثافتها النسبية نظراً لأن كثافة الماء عند هذه الدرجة = ١ جم/سم^{٣} .

• **تطبيقات الكثافة :** قياس الكثافة له أهمية كبرى حيث تستخدم فى :

(١) التقنيات التحليلية : تستخدم فى قياس كثافة المحلول الإلكتروليتى ببطارية السيارة .

• **عند التفريغ :** تقل كثافة المحلول الإلكتروليتى (حمض الكبريتيك المخفف) نتيجة استهلاك حمض الكبريتيك فى تفاعله مع ألواح الرصاص وتكون كبريتات رصاص.

• **عند الشحن :** تزداد كثافة المحلول حيث تتحرر الكبريتات من ألواح الرصاص وتعود للمحلول ∴ يمكن بقياس الكثافة الاستدلال على مدى شحن البطارية .

(٢) فى العلوم الطبية : فى قياس

• **كثافة الدم :** هى فى الحالة الطبيعية (1040 - 1060 كجم/م^{٣})

زادت	قلت
دل ذلك على زيادة تركيز خلايا الدم	دل ذلك على نقص تركيز خلايا الدم والإصابة بمرض فقر الدم (الأنيميا)

• **كثافة البول :** فى الحالة المعتادة 1020 كجم/م^{٣} وبعض الأمراض تؤدى إلى زيادة فى إفراز الأملاح مما يؤدى إلى زيادة كثافة البول .

س : ما معنى أن : ١ - كثافة الحديد 7850 كجم/م^{٣} .

٢ - الوزن النوعى للألومنيوم يساوى 2.7 .

س : عرف كثافة المادة - الوزن النوعى للمادة مع توضيح العلاقة بينهما .

• **أمثلة**

(١) احسب الكثافة والكثافة النسبية للجليسرين إذا كان حجم 151.2 جم منه هو 120 سم^{٣} علماً بأن كثافة الماء = 1000 كجم/م^{٣} .

الحل

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{151.2\times10^{-3}}{120\times10^{-6}} = 1260 \text{ كجم/م}^3 \qquad \rho_{\text{نسبية}} = \frac{\rho_{\text{جليسرين}}}{\rho_{\text{ماء}}} = \frac{1260}{1000} = 1.26$$

---

(٢) وعاء معدنى كتلته فارغًا 3 كجم وكتلته وهو مملوء بالماء 33 كجم وكتلته وهو مملوء بالزيت 27 كجم . احسب الكثافة النسبية للزيت .

الحل

$m_{\text{للماء}} = 33 - 3 = 30$ كجم ، $m_{\text{للزيت}} = 27 - 3 = 24$ كجم

$$\rho_{\text{نسبية}} = \frac{\text{كتلة حجم معين من المادة}}{\text{كتلة نفس الحجم من الماء}} \Rightarrow \rho_{\text{نسبية للزيت}} = \frac{24}{30} = 0.8$$

مسائل

(١) إذا علمت أن الكثافة النسبية للحديد هى 7.2 . فاحسب كثافته واحسب كتلة منه حجمها 50 سم³ . [7200 كجم/م³ ، 0.36 كجم]

(٢) إذا كانت كتلة الهواء الموجودة فى حجرة أبعادها 10 متر ، 8 متر ، 3 متر هى 309.6 كجم . فاحسب كثافة الهواء . [1.29 كجم/م³]

(٣) احسب كثافة مادة كرة من الحديد نصف قطرها 1 سم علمًا بأن كتلتها 33.5 جم . [7995.2 كجم/م³]

(٤) احسب كتلة من الألومنيوم حجمها 0.015 سم³ إذا علمت أن الكثافة النسبية للألومنيوم 2.7 . [4.05×10^{-5} كجم]

(٥) خزان يسع 180 كجم من الماء أ، 120 كجم من الجازولين فى نفس درجة الحرارة احسب : (أ) الكثافة النسبية للجازولين . (ب) كثافة الجازولين .
(ج) حجم الخزان باللتر . [0.6667 ، 666.67 كجم/م³ ، 0.18 م³]

(٦) حجمان متساويان من الحديد والألومنيوم الفرق بين كتلتهما 12.75 كجم والنسبة بين كثافتيهما $\frac{26}{9}$ ، فما كتلة كل من هذين الحجمين ؟ [6.75 ، 19.5 كجم]

* **الضغط عند نقطة (P) :** القوة المتوسطة المؤثرة عموديًا على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة .



فإذا أثرت قوة F عموديًا على سطح مساحته A فإن الضغط P المؤثر على هذا السطح يتعين من العلاقة :

$$P \text{ (الضغط)} = \frac{F \text{ (القوة)}}{A \text{ (المساحة)}}$$

* **وحدة قياس الضغط :** نيوتن/م^2 أ، باسكال

س : ما المقصود بـ :

١- القوة المؤثرة عموديا على وحدة المساحات من سطح ما تساوى 5×10^5 نيوتن

٢- الضغط عند نقطة 250 نيوتن/م^2 .

---

* **ملاحظات :**

F sin θ
المركبة العمودية
F
θ
المركبة الموازية للسطح

١- إذا كانت القوة المؤثرة تميل على السطح بزاوية (θ) .

∴ المركبة العمودية للقوة على السطح = F sin θ .

$$P = \frac{F \sin\theta}{A}$$

F cos θ
المركبة العمودية
F
θ
المركبة الموازية للسطح

٢- إذا كانت القوة المؤثرة تميل على العمودى على السطح بزاوية (θ) .

∴ المركبة العمودية للقوة على السطح = F cos θ .

$$P = \frac{F \cos\theta}{A}$$

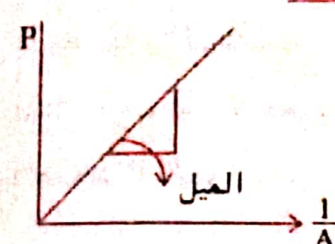
* **العلاقة البيانية بين الضغط والقوة المؤثرة عند ثبوت المساحة :**



عند رسم علاقة بيانية بين الضغط على المحور الرأسي والقوة ممثلة على المحور الأفقى .

ميل الخط = $\frac{\Delta P}{\Delta F} = \frac{1}{A}$

• العلاقة البيانية بين الضغط والمساحة عند ثبوت القوة :



عند رسم علاقة بيانية بين الضغط على المحور الرأسى ومقلوب المساحة ممثلة على المحور الأفقى .

ميل الخط = $\frac{\Delta P}{1/\Delta A} = F$

• أمثلة :

(١) قالب من الطوب أبعاده 30 سم ، 20 سم ، 10 سم وكثافته 1800 كجم/م٣ . فإذا وضع على سطح مستوى فاحسب : (أ) أقصى ضغط له .
(ب) أقل ضغط له . علمًا بأن g = 10 م/ث٢ .

الحل

$V_{oL} = 30 \times 20 \times 10 \times 10^{-6} = 6 \times 10^{-3}$ م٣

$m = \rho V_{oL} = 6 \times 10^{-3} \times 1800 = 10.8$ كجم

$F = mg = 10.8 \times 10 = 108$ نيوتن

(أ) أقصى ضغط : $A_1 = 10 \times 20 \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-2}$ م٢

$P_{1\ \text{أقصى ضغط}} = \frac{F}{A_1} = \frac{108}{2\times10^{-2}} = 54 \times 10^2$ نيوتن/م٢

(ب) أقل ضغط : $A = 30 \times 20 \times 10^{-4} = 6 \times 10^{-2}$ م٢

$P_{2\ \text{أقل ضغط}} = \frac{F}{A_2} = \frac{108}{6\times10^{-2}} = 18 \times 10^2$ نيوتن/م٢

---

(٢) ما متوسط الضغط الذى يؤثر به رجل يقف على إحدى قدميه إذا كان وزنه 70 نيوتن . وكانت المساحة الفعالة لقدمه 100 سم٢ .

الحل

$A = 100 \times 10^{-4} = 10^{-2}$ م٢ , $F = 70$ نيوتن

$P = \frac{F}{A} = \frac{70}{10^{-2}} = 7000$ نيوتن/م٢

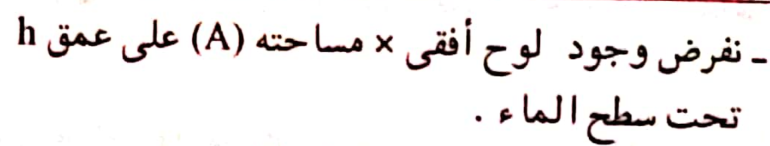
مسائل

(٧) شخص كتلته 60 كجم ومساحة السطح الفعال لقدمه الواحد هى 90 سم^2 . احسب مقدار الضغط الواقع إذا : (أ) وقف على قدميه . (ب) إذا وقف على قدم واحدة . اعتبر ($g = 10$ م/ث^2) . [33333.33 نيوتن/م^2 ، 66666.67 نيوتن/م^2]

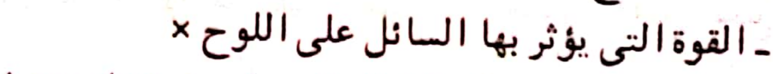
(٨) متوازى مستطيلات من الحديد أبعاده 3 ، 2 ، 0.5 متر وكثافة مادته 7850 كجم/م^3 . فإذا وضع على سطح مستوى فاحسب : (أ) أقصى ضغط له . (ب) أقل ضغط له علمًا بأن $g = 10$ م/ث^2 . [235500 ، 39250 نيوتن/م^2]

(٩) شخص وزنه 80 نيوتن والمساحة الفعالة لجسمه 0.5 م^2 ينام على أرض حديقة . احسب متوسط الضغط الذى يؤثر به . وإذا وقف على أحد قدميه فاحسب متوسط الضغط الذى تؤثر به فى هذه الحالة علمًا بأن المساحة الفعالة لقدمه 100 سم^2 . وماذا تستنتج من هذا المثال ؟ [8000 ، 160 N/m^2]

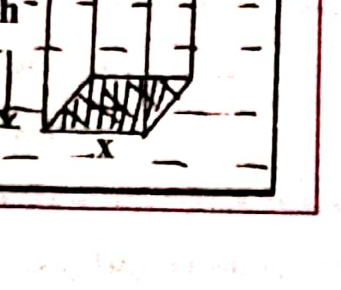
- **استنتاج الضغط عند نقطة فى باطن سائل**



- نفرض وجود لوح أفقى مساحته (A) على عمق h تحت سطح الماء .



- القوة التى يؤثر بها السائل على اللوح = وزن عمود من السائل ارتفاعه h مساحة قاعدته A



- وزن عمود السائل = الكتلة × العجلة
= الحجم × الكثافة × عجلة الجاذبية

$$F_g = A\,h\,\rho\,g$$

$$\because\ P = \frac{F}{A} = \frac{Ah\rho g}{A}$$

$$\boxed{P = \rho\, g\, h}$$

حيث : (h) البعد العمودى بين النقطة وسطح السائل الخالص بالمتر .
(ρ) كثافة السائل بالكجم/م^3 . (g) عجلة الجاذبية الأرضية بالمتر/ث^2 .
P الضغط بالنيوتن/م^2 .

• **تعريف ضغط سائل عند نقطة فى باطنه** : يقدر بوزن عمود السائل الذى مساحة مقطعه وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة ، وارتفاعه هو البعد العمودى بين تلك النقطة وسطح السائل الخالص .

• **الضغط الكلى عند نقطة فى باطن سائل :**

إذا كان السطح الحر للسائل يتعرض للضغط الجوى فإن : $P = P_a + \rho g h$

• **نتائج هامة :**

١- **النتيجة الأولى** : من قانون حساب ضغط سائل ساكن عند نقطة فى باطنه .

$$P = h \rho g$$

يتبين أن مقدار هذا الضغط يتوقف على العوامل الآتية :

(أ) **عمق النقطة (h)** : $P \propto h$ عند ثبوت ρ ، g .

(ب) **كثافة السائل (ρ)** : $P \propto \rho$ عند ثبوت h ، g .

(ج) **عجلة الجاذبية (g)** : $P \propto g$ عند ثبوت h ، ρ .

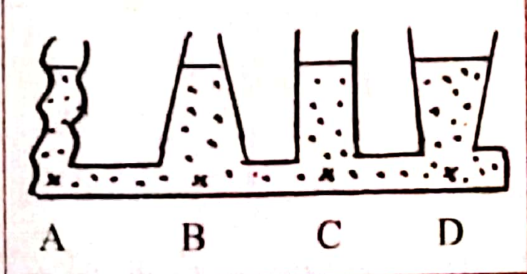
٢- **النتيجة الثانية** : الضغط عند النقط التى تقع فى مستوى أفقى واحد فى سائل واحد يكون ثابتًا .

⇐ **السبب** : مستوى سطح السائل الخالص دائمًا أفقى وحيث أن المستوى الذى تقع فيه النقط أفقى أيضًا .

∴ الأبعاد العمودية بين المستويين متساوية .

∵ النقط تقع فى نفس السائل [أى أن الكثافة متساوية] ، (g) مقدار ثابت فى المكان الواحد .

∴ الضغوط عند جميع النقط التى تقع فى مستوى أفقى واحد من باطن سائل واحد ساكن تكون متساوية .



٣- **النتيجة الثالثة** : لا يختلف ضغط السائل عند نقطة فى باطنه باختلاف شكل الإناء الحاوى له .

٤- يزداد سمك السد عند قاعدته ليتحمل الضغط المتزايد عند زيادة العمق .

س : عرف الضغط عند نقطة فى باطن سائل مع توضيح العوامل التى تتوقف عليها قيمة هذا الضغط عند هذه النقطة .

س : عرف الضغط عند نقطة فى باطن سائل . استنتج علاقة يمكن بواسطتها قياس هذا الضغط .

س : [الأزهر ٨٩] يراعى عند تصميم السدود أن تكون القاعدة أسمك من القمة .

أمثلة :

(١) حوض به ماء كثافته 1000 كجم/م٣ فإذا كان ارتفاع الماء به 1.5 متر ومساحة قاعدته 200 سم٢ فأوجد : (أ) الضغط الكلى على القاعدة .
(ب) القوة المؤثرة على القاعدة . (ج) الضغط على أحد الجوانب للحوض .
علمًا بأن الضغط الجوى المعتاد $10^5 \times 1.013$ نيوتن/م٢ . وعجلة الجاذبية الأرضية 9.8 م/ث٢ .

الحل

$P = P_a + \rho g h = 1.013 \times 10^5 + 1000 \times 9.8 \times 1.5 = 1.16 \times 10^5$ نيوتن/م٢

$F = P . A = 200 \times 10^{-4} \times 1.16 \times 10^5 = 2320$ نيوتن

$P_{\text{على الجانب}} = P_a + \rho g h$

$= 1.013 \times 10^5 + 1000 \times 0.75 \times 9.8 = 1.0865 \times 10^5$ نيوتن/م٢

(٢) [الأزهر ٩٦] إناء أسطوانى مساحة قاعدته 2 م٢ صب فيه ماء إلى ارتفاع 0.8 م ثم أضيف إليه زيت حتى صار ارتفاع سطح الزيت 2 م من قاعدة الإناء . احسب الضغط الناشئ عن السائلين المؤثر على قاعدة الإناء ، وكذلك القوة المؤثرة على قاعدته ، علمًا بأن الكثافة النسبية للزيت 0.8 وكثافة الماء 1000 كجم/م٣ وعجلة السقوط الحر 9.8 م/ث٢ .

الحل

$P = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2$

$= 1000 \times 9.8 \times 0.8 + 800 \times 9.8 \times 1.2$

$= 17248$ نيوتن/م٢

$F = P A = 2 \times 17248 = 34496$ نيوتن

زيت 1.2
ماء 0.8
2 متر

مسائل

(١٠) كأس به زئبق ارتفاعه 5 سم يعلوه ماء ارتفاعه 10 سم ويعلوه كيروسين بارتفاع 2 سم ، وكثافته 800 كجم/م^3 . احسب الضغط على القاع علمًا بأن :

$\rho_{الماء}$ = 1000 كجم/م^3 ، $\rho_{الزئبق}$ = 13600 كجم/م^3 .

عجلة الجاذبية الأرضية = 9.8 م/ث^2 . [7800.8 نيوتن/م^2]

(١١) خزان مستطيل طوله 100 سم وعرضه 80 سم وعمقه 50 سم مملوء بالماء احسب :

(أ) ضغط الماء عند نقطة على عمق 30 سم من السطح .

(ب) القوة الكلية التى يؤثر بها الماء على قاع الخزان .

علمًا بأن كثافة الماء = 1000 كجم/م^3 ، وعجلة الجاذبية = 9.8 م/ث^2

[2940 نيوتن/م^2 ، 3920 نيوتن]

(١٢) إناء على شكل متوازى مستطيلات أبعاد قاعدته 3 م × 2 م ملئ بالماء إلى عمق 0.8 متر . ثم سكبت طبقة من الزيت طفت فوق سطح الماء وكان سمك هذا الطبقة 1.2 متر . فإذا علمت أن الكثافة النسبية للزيت 0.8 ، فاحسب الضغط على قاع الإناء ، ثم احسب القوة المؤثرة على هذا القاع . [17248 م^2 ، 103488 نيوتن]

(١٣) طبقة من الماء سمكها 2.5 متر تعلو طبقة من الزئبق سمكها 0.1 متر . احسب فرق الضغط بين نقطتين إحداهما عند السطح الخاص للماء والأخرى عند قاع طبقة الزئبق . وكم يكون الضغط عند النقطة الأخيرة إذا علمت أن الضغط الجوى 1.013×10^5 نيوتن/م^2 . [37828 نيوتن/م^2 ، 1.39×10^5 نيوتن/م^2]

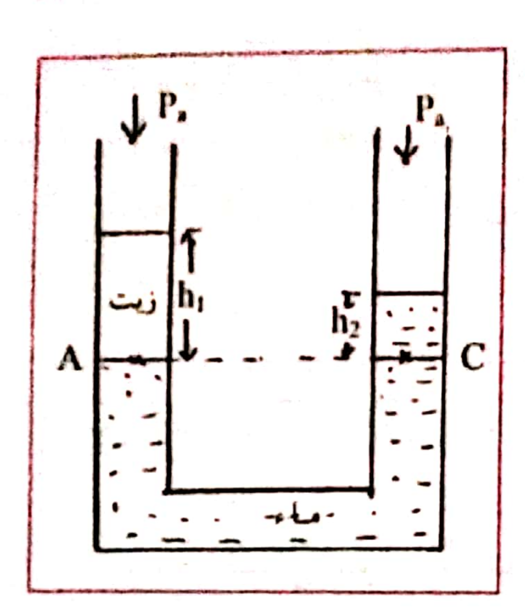
(١٤) خزان مستطيل الشكل طوله 40 سم وعرضه 30 سم وعمقه 20 سم ملئ بالماء .

احسب الضغط والقوة المؤثرة على قاع الخزان .

[1.96×10^3 نيوتن/م^2 ، 2.35×10^2 N]

(١٥) وضع سائل فى دورق مخروطى الشكل مساحة قاعدته 0.05 م^2 فارتفع 20 سم . فإذا كانت كثافة السائل 1200 كجم/م^3 . فاحسب القوة الكلية الضاغطة المؤثرة على قاعدة الدورق - اعتبر عجلة الجاذبية الأرضية 10 م/ث^2 والضغط الجوى 1.013×10^5 نيوتن/م^2 . [5185 نيوتن]

• اتزان السوائل فى أنبوبة ذات شعبتين :



- نأخذ أنبوبة على شكل حرف U ونضيف كمية ماء ثم يصب فى أحد الفرعين زيت كما بالشكل .
- ∵ النقطتان A ، C فى مستوى أفقى واحد .

∴ الضغط عند C = الضغط عند A

$$P_a + \rho_1 g h_1 = P_a + \rho_2 g h_2$$

$$\therefore \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

$$\boxed{\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{h_2}{h_1}}$$

وبقياس h_1 ، h_2 يمكن تعين الكثافة النسبية للزيت أ، الوزن النوعى له $\boxed{\frac{\rho_1}{\rho_2}}$.

• ملاحظات :

١ - يجب أن يكون السائلان غير قابلين للامتزاج .

٢ - نصف قطر الأنبوبة أو مساحة مقطعها واختلافها فى الفرعين لا يؤثر على ارتفاع السائلين فى الفرعين .

• أمثلة :

(١) أنبوبة ذات شعبتين بها مقدار من الماء صب فى أحد فرعيها كمية من الزيت وكان ارتفاع الماء والزيت فوق مستوى سطح الانفصال هو 12 ، 15 سم على الترتيب . احسب من ذلك كثافة الزيت ؟

الحل

$$\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 \quad \Rightarrow \quad 1000 \times 12 \times 10^{-12} = \rho_2 \times 15 \times 10^{-2}$$

$$\rho_2 = \frac{1000 \times 12}{15} = 800 \text{ كجم/م}^3$$

---

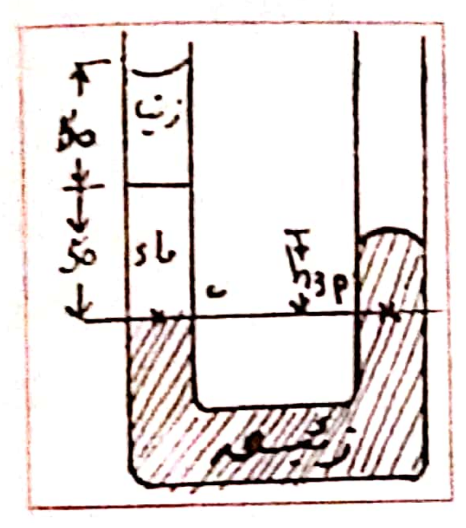
(٢) أنبوبة ذات شعبتين صب فى أحد فرعيها ماء وفى الطرف الآخر جليسرين ثم تركت حتى سكن السائلان ، فوجد أن ارتفاع الجليسرين فوق سطح الانفصال

8 سم ، وارتفاع عمود الماء 10 سم ، فاحسب الوزن النوعى للجليسرين علماً بأن كثافة الماء 1000 كجم/م٣ .

الحل

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{h_2}{h_1} = \frac{10\times10^{-2}}{8\times10^{-2}} = 1.25$$

مسائل



(١٦) يوضح الشكل أنبوبة ذات شعبتين تحتوى على كمية من الزئبق (كثافته 13600 كجم/م٣) صب فى أحد فرعيها ماء كثافته (1000 كجم/م٣) ثم صب فوق الماء 50 سم زيت (كثافته 800 كجم/م٣) . احسب : (أ) ارتفاع الزئبق فى الفرع الآخر فوق مستوى السطح الفاصل . (ب) ارتفاع الماء اللازم صبه فوق سطح الزئبق ليصبح مستوى الزئبق متساوى فى فرعى الأنبوبة .

[90 , 6.6 cm]

(١٧) [الأزهر ٩٢] أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطعهما 2 سم٢ بها كمية من الماء ، صب فى أحد فرعيها 9 سم٣ من الكيروسين وكان فرق الارتفاع بين سطحى الماء فى الفرعين 3.6 سم . احسب حجم البنزين الذى يصب فى الفرع الآخر حتى يعود سطحى الماء فى الفرعين إلى مستوى أفقى واحد . علماً بأن $\rho_{الماء}$ = 1000 كجم/م٣ ، $\rho_{البنزين}$ = 900 كجم/م٣ .

[8 cm³]

(١٨) أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطعهما 1 سم٢ ، 2 سم٢ على الترتيب . صب فيها ماء ثم صب زيت فى الفرع المتسع فانخفض سطح الماء بمقدار 1 سم . أوجد ارتفاع عمود الزيت وكتلته علماً بأن كثافة الماء = 1000كجم/م٣ ، كثافة الزيت = 800 كجم/م٣ .

[3.75 سم ، 60×10^{-4} كجم]

(١٩) أنبوبة ذات شعبتين طول كل من فرعيها 20 سم . صب ماء فيها إلى منتصفها ، ثم صب زيت فى أحد الفرعين حتى حافته . احسب ارتفاع الماء فوق السطح الفاصل إذا كانت كثافة الزيت 800 كجم/م^3 ، وكثافة الماء 1000 كجم/م^3 . [13.3 cm]

(٢٠) أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع رأسية ، ارتفاعها 60 سم ، ملئت إلى منتصفها بالماء ، صب فى أحد فرعيها كيروسين كثافته 800 كجم/م^3 حتى يصل الكيروسين إلى حافة هذا الفرع . فاحسب أقصى ارتفاع للكيروسين . [50 cm]

الضغط الجوى

• **تعريف الضغط الجوى عند نقطة على سطح الأرض :** يقدر بوزن عمود الهواء الذى مساحة مقطعه الوحدة وارتفاعه من تلك النقطة حتى نهاية الغلاف الجوى .

• **قياس الضغط الجوى :** يستخدم **البارومتر الزئبقى (تورشيلى)**

فراغ تورشيلى

$P_2 = 0$

h

$P_1 = P_a$

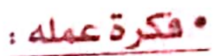
أ

ب

• **تركيبه :**

١ - أنبوبة زجاجية مفتوحة من أحد الطرفين مملوءة بالزئبق ، طولها متر .

٢ - تنكس فى حوض به زئبق .



• **فكرة عمله :**

- عند تنكيس الأنبوبة فى الحوض ، ينخفض سطح الزئبق إلى ارتفاع معين (h) ويكون الحيز أعلاه مفرغًا إلا قليل من بخار الزئبق ويسمى الفراغ بفراغ تورشيلى .

- النقطتان أ ، ب فى مستوى أفقى واحد لسائل ساكن .

∴ الضغط عند أ = الضغط عند ب

(الضغط الناشئ عند فراغ تورشيلى) + (الضغط الناشئ عند عمود الزئبق) = الضغط الجوى

$$0 + \rho g h = P_a$$

$$P_a = \rho g h$$

• **تعريف الضغط الجوى المعتاد :** يكافئ أو يعادل الضغط الناتج عن وزن عمود من الزئبق ارتفاعه 0.76 متر عند درجة صفر سيلزيوس عند سطح البحر .

س: لا يمكن حساب الضغط الجوى عمليا من التعريف السابق .

• **ملاحظات :**

١ - لا يختلف الضغط المقاس بالبارومتر باختلاف قطر الأنبوبة الزجاجية المستخدمة ، ولا باختلاف طول فراغ تورشيلى .

٢ ـ اختير الزئبق للاستخدام فى بارومتر تورشيلى للأسباب الآتية :
(أ) ارتفاع كثافته فيكون طول عمود مناسبًا .
(ب) ضغط بخاره فى درجات الحرارة العادية صغير فيمكن إهمال تأثيره .

• **حساب قيمة الضغط الجوى :**

$P_a = \rho g h$

$P_a = 13595 \times 9.81 \times 0.76 = 1.013 \times 10^5$ نيوتن/م٢

• **وحدات قياس الضغط الجوى :**

⇐ نيوتن/م٢ أو باسكال . ⇐ البار = 10^5 نيوتن/م٢ .

⇐ تور = مم زئبق .

∴ الضغط الجوى = 1.013×10^5 نيوتن/م٢ = 1.013 بار .

= 0.76 متر زئبق = 76 سم زئبق = 760 مم زئبق (تور)

• **العلاقة بين وحدات الضغط الجوى :**

سم زئبق h ← $(13600 \times 9.8 \times 10^{-2})$ → باسكال نيوتن/م٢

باسكال نيوتن/م٢ ← $(\div 10^{-2} \times 9.8 \times 13600)$ → سم زئبق h

سم زئبق h ← $(\times 10)$ → تور

تور ← $(\div 10)$ → سم زئبق h

بار ← $(10^5 \times)$ → نيوتن/م٢

نيوتن/م٢ ← $(\div 10^5)$ → بار

ضغط جوى ← $(1.013 \times 10^5 \times)$ → نيوتن/م٢

نيوتن/م٢ ← $(\div 1.013 \times 10^5)$ → ضغط جوى

س : ما معنى أن الضغط المعتاد = 76 سم زئبق .

• ملحوظة : استخدامات بارومتر تورشيلى : ١- قياس الضغط الجوى .

٢- قياس كثافة الهواء الجوى . ٣- قياس ارتفاع مبنى أو جبل .

القانون المستخدم لتعيين كثافة الهواء أو ارتفاع مبنى :

$$\Delta P_1 = \Delta P_2$$

$$\rho_{\text{زئبق}}(h_1 - h_2)g = \rho_{\text{هواء}}\, h\, g$$

حيث h_1 : ارتفاع عمود الزئبق عند النقطة السفلى (قراءة البارومتر عند النقطة السفلى)

h_2 : ارتفاع عمود الزئبق عند النقطة العليا (قراءة البارومتر عند النقطة العليا)

h : ارتفاع المبنى .

• **مثال:** ما قراءة بارومتر زئبقى عند الطابق العلوى لمبنى ارتفاعه 100 متر إذا كان البارومتر يقرأ عند الطابق الأرضى 74 سم زئبق ومتوسط كثافة الهواء بين هذين الطابقين 1.25 كجم/م³ وكثافة الزئبق 13600 كجم/م³ ، g = 10 م/ث² .

الحل

$\Delta P = P_1 - P_2 \Rightarrow \rho g h_{\text{هواء}} = \rho g h_{1\,\text{زئبق}} - \rho g h_{2\,\text{زئبق}}$

$1.25 \times 100 = 13600 \times 74 \times 10^{-2} - 13600\, h_2$

$13600\, h_2 = 13600 \times 74 \times 10^{-2} - 125 \Rightarrow 13600\, h_2 = 9939$

$h_2 = 73.08 \times 10^{-2}$ متر $\Rightarrow h_2 = 73.08$ سم

قراءة البارومتر عند الطابق العلوى = 73.08 سم زئبق .

مسائل

(٢١) إذا كانت قراءة بارومتر عند الطابق الأرضى لمبنى هو 76 سم زئبق . احسب قراءته عند الطابق العلوى إذا كانت كثافة الهواء المتوسطة 1.25 كجم/م³ . وارتفاع المبنى 80 متر وكثافة الزئبق 13600 كجم/م³ . [75.26 سم زئبق]

(٢٢) يحمل رجل بارومتر زئبقى كانت قراءته عند الطابق الأرضى 76 سم زئبق وعند الطابق العلوى 74.15 سم زئبق فإذا كان ارتفاع المبنى 200 متر . فاحسب متوسط كثافة الهواء بين الطابقين . كثافة الزئبق 13.6×10^3 كجم/م³ . (عجلة الجاذبية 9.8 م/ث²) . [1.258 كجم/م³]

س : علل : أنبوبة مملوءة بالزئبق طولها متر ومنكسة فى حوض به زئبق ولا يوجد بها فراغ تورشيلى .

س : مستخدما بارومتر تورشيلى أثبت أن وزن عمود الزئبق داخل البارومتر يساوى الضغط الجوى .

س : كيف تستخدم البارومتر الزئبقى فى حساب عمق منجم تحت سطح البحر إذا علمت كثافة الهواء وكثافة الزئبق .

س : تدفق الدم من عيون وآذان الطيارين عندما يرتفعون إلى ارتفاعات شاهقة بطائرات غير معدلة الضغط .

س : يصاب شخص مصاب بارتفاع ضغط الدم بنزيف من الأنف فى الأماكن المرتفعة .

• أمثلة على الضغط

(١) احسب قيمة الضغط المطلق عند قاع إناء عمقه 100 سم مملوء بالماء ، علمًا بأن الضغط الجوى فى ذلك الوقت 76 سم زئبق ، ثم احسب القوة الكلية المؤثرة على قاع الإناء ، علمًا بأن القاع مربع الشكل طول ضلعه 2 متر (كثافة الماء 1000 كجم/م^3) وكثافة الزئبق 13600 كجم/م^3 ، وعجلة الجاذبية 9.8 م/ث^2 .

الحل

$P_a = \rho g h = 0.76 \times 13600 \times 9.8 = 101292.8$ نيوتن/م^2

$P = P_a + \rho g h = 101292.8 + 1000 \times 1 \times 9.8 = 1.111 \times 10^5 \ N/m^2$

$F = P A = 1.111 \times 10^5 \times (2)^2 = 4.444 \times 10^5$ نيوتن

(٢) غواصة مستقرة أفقيًا فى أعماق البحر ، الضغط داخلها يعادل الضغط الجوى العادى عند مستوى البحر ، أوجد القوة المؤثرة على شباك من شبابيك الغواصة دائرى نصف قطره 21 سم ومركز على عمق = 50 مترًا من سطح البحر ، علمًا بأن $\rho_{\text{ماء البحر}} = 1030$ كجم/م^3 ، $g = 9.8$ م/ث^2 .

الحل

$P_{\text{على الشباك}} = \rho g h + P_a - P_a \Rightarrow = \rho g h = 1.030 \times 10^3 \times 9.8 \times 50$

$= 5.047 \times 10^5 \ N/m^2 \Rightarrow F = P A = P \pi r^2$

$= 5.047 \times 10^5 \times \frac{22}{7} \times (21 \times 10^{-2})^2 = 69951.42$ نيوتن

مسائل

(٢٣) صممت غواصة بحيث تتحمل ضغطا أقصاه 11.793×10^5 نيوتن/م². أوجد أقصى عمق يمكنها الغوص إليه دون تجاوز أقصى ضغط. ثم أوجد القوة التي يتأثر بها باب القمرة الذى أبعاده 30 سم × 60 سم عند هذا العمق (علمًا بأن الضغط الجوى 1.013×10^5 نيوتن/م² وكثافة الماء 1000 كجم/م³ وعجلة الجاذبية 9.8 م/ث². [110 متر ، 2.12×10^5 نيوتن]

(٢٤) احسب الضغط الذى تتعرض له غواصة مستقرة أفقيًا فى أعماق البحر إلى أقصى عمق محدد لها والذى قيمته 100 متر تحت سطح البحر علمًا بأن الكثافة النسبية لماء البحر 1.03 وأن الضغط داخلها يعادل الضغط الجوى المعتاد. ثم أوجد القوة التى تؤثر على باب القمرة عند هذا العمق إذا كانت أبعاده 40 × 60 سم. [1009400 نيوتن/م² ، 242256 نيوتن]

(٢٥) إذا كان الضغط الجوى عند سطح ماء فى بحيرة هو واحد ضغط جوى وعند قاع البحيرة 4 ضغط جوى. فما هو عمق البحيرة علمًا بأن الضغط الجوى يعادل 76 سم زئبق. وكثافة الزئبق 13600 كجم/م³ ، وعجلة الجاذبية 9.8 م/ث². [31 متر]

(٢٦) حوض به ماء مالح كثافته 1030 كجم/م³ ، فإذا كان ارتفاع الماء به واحد متر ومساحة قاعدته 500 سم². فأوجد :

(أ) الضغط الكلى على القاعدة. [1.11394×10^5 نيوتن/م²]

(ب) القوة المؤثرة على القاعدة. [5569.7 نيوتن]

(ج) الضغط على أحد الجوانب الرأسية للحوض. [1.06347×10^5 نيوتن/م²]

علمًا بأن الضغط الجوى المعتاد 1.013×10^5 نيوتن/م² ، وعجلة الجاذبية الأرضية 9.8 م/ث².

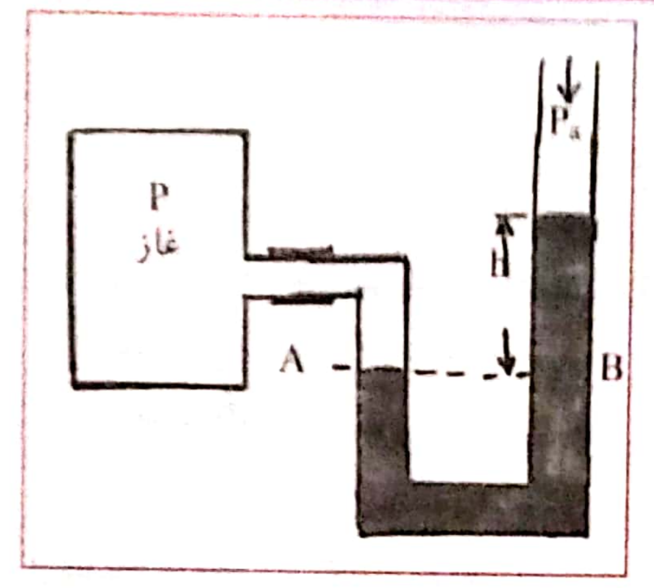
(٢٧) خزان مكعب الشكل طول ضلعه 4 متر مملوء بالماء ، فإذا كان الضغط الجوى يعادل 76 سم زئبق وكثافة الزئبق 13600 كجم/م³ وعجلة الجاذبية الأرضية 10 م/ث². فأوجد: ١ ـ الضغط والقوة المؤثرة على قاع الخزان.

[1.4336×10^5 N/m² ، 2.29376×10^6 N]

٢ ـ الضغط والقوة المؤثرة على الجانب الرأسى.

[1.2336×10^5 نيوتن/م² ، 1.97376×10^6 N]

المانومتر



• **الغرض منه :** قياس ضغط غاز محبوس في إناء بتعيين فرق ضغط الغاز عن الضغط الجوى .

• **تركيبه :** ١ - أنبوبة ذات فرعين أحدهما قصيرة والآخر طويل مملوءة جزئيًا بسائل كالماء أو الزئبق .

٢ - مستودع الغاز المراد قياس ضغطه يتصل بالفرع القصير .

• **استنتاج قانونه :**

النقطتان A ، B في مستوى أفقي واحد في سائل ساكن .

الضغط عند B = الضغط عند A

$$P_{\text{للغاز}} = P_a + \rho g h$$

• **ملحوظة:** يسمى الضغط P بالضغط المطلق للغاز

حساب فرق الضغط لغاز محبوس في مستودع (ΔP) عن الضغط الجوى :

$$\because \; P = P_a + \rho g h$$

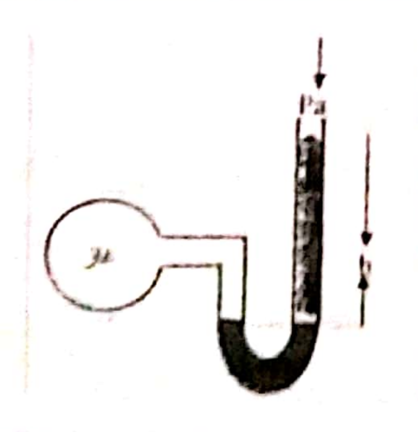
$$\Delta P = P - P_a \quad \Rightarrow \quad = P_a + \rho g h - P_a$$

$$\boxed{\Delta P = \rho g h}$$

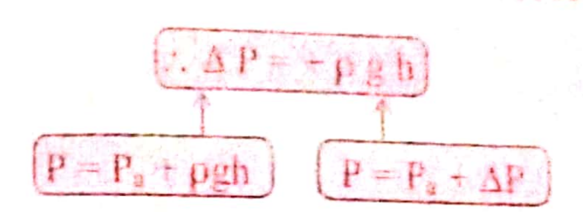
حيث h الفرق بين سطحى السائل في الفرعين

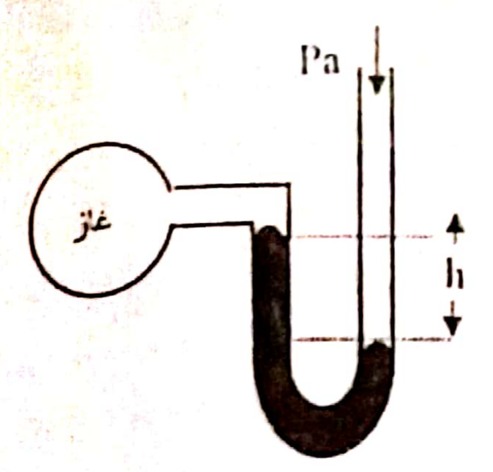
س : علل : قد يستخدم ماء في المانومتر ولا يستخدم الماء في البارومتر .

• **ملاحظات :**



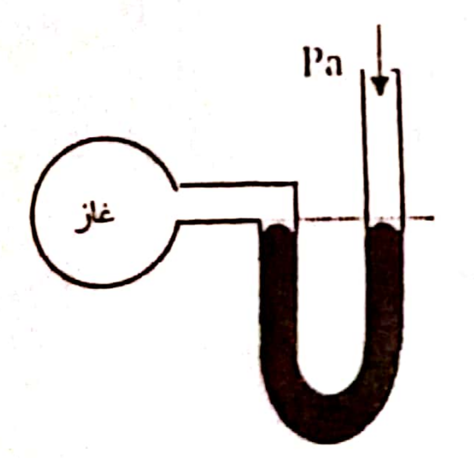
(١) **إذا كان ضغط الغاز في المستودع أكبر من الضغط الجوى** كما سبق فإن سطح الزئبق في الفرع الخالص يكون أعلى من سطحه في الفرع المتصل بالمستودع ، ويكون (h) موجبة .





(٢) **إذا كان ضغط الغاز فى المستودع أقل من الضغط الجوى** فإن سطح الزئبق فى الفرع الخالص يكون أدنى من سطحه فى الفرع المتصل بالمستودع وتكون (h) سالبة .

$$P = P_a - \Delta P \qquad \Delta P = -\rho g h$$



(٣) **إذا كان ضغط الغاز فى المستودع مساويا للضغط الجوى** فإن سطحى الزئبق فى فرعى المانومتر يكون فى مستوى أفقى واحد . وتكون h = صفر ، ΔP = صفر .

$$P = P_a$$

الخلاصة :

$$\Delta P = \pm\rho gh$$

يكون القانون العام للمانومترات : $P = P_a \pm \Delta P$

حيث (h) الفرق بين سطحى الزئبق فى فرعى المانومتر . (ρ) كثافة السائل .
(ΔP) فرق الضغط . (g) عجلة الجاذبية الأرضية . (P) الضغط المطلق للغاز

• ملاحظات :

(١) **عند قياس ضغوط عالية بالمانومتر** : يستخدم سائل ذى كثافة عالية مثل الزئبق ويسمى المانومتر بالمانومتر الزئبقى .

(٢) **عند قياس ضغوط منخفضة مقاربة من الضغط الجوى** : يستخدم سائل ذى كثافة صغير مثل الزيت والماء وإذا استخدم الماء سمى المانومتر بالمانومتر المائى وفى كلتا الحالتين يكون الارتفاع (h) مناسبًا .

(٣) إذا كانت P مقاسة بوحدات سم.ز يكون P_a مقاسة بوحدات (سم.ز) وإذا كانت P مقاسة بوحدات (N/m^2) تكون P_a مقاسة بوحدات (N/m^2) .

P =	P_a +	h
Cm.Hg	76 Cm.Hg	Cm
P =	P_a +	ρgh
N/m^2	1.013×10^5 N/m^2	N/m^2

• **تطبيقات على الضغط :**

(١) قياس ضغط الدم : لضغط الدم قيمتان .

(أ) الضغط الانقباضى : فيه يكون ضغط الدم بالشريان أقصى قيمة له ويحدث عندما تتقلص عضلة القلب ، ويندفع الدم من البطين الأيسر إلى الأورطى (الأبهر) ثم إلى الشرايين .

(ب) الضغط الانبساطى : فيه يكون ضغط الدم بالشريان أقل ما يمكن ويكون عند انبساط عضلة القلب .

• **ملحوظة :** الضغط الانقباضى 120 مم.زئبق (تور) ـ الضغط الانبساطى 80 مم.زئبق للشخص الشاب العادى

(٢) الهواء فى إطار السيارة :

ـ يجب أن يكون تحت ضغط عال ، فتكون مساحة التماس مع الطريق أقل ما يمكن فيقل الاحتكاك .

ـ أما إذا كان الإطار ممتلئًا تحت ضغط منخفض فإن مساحة التماس بين الإطار والطريق تزداد مما يؤدى إلى زيادة الاحتكاك وسخونة الإطار .

ويقاس ضغط الهواء فى الإطار بمقياس ضغط الهواء .

• **مثال (١) :** مانومتر يحتوى على زئبق يتصل بمستودع من غاز محبوس . فإذا كان فرق الارتفاع بين سطحى الزئبق فى الفرعين 15+ سم . فاحسب فرق الضغط وكذلك الضغط المطلق للهواء المحبوس مقدراً بالنيوتن/م٢ علمًا بأن الضغط الجوى يعادل 1.013×10^5 نيوتن/م٢ .

الحل

$\Delta P = \rho g h \Rightarrow = 13600 \times 9.8 \times 0.15 = 0.19992 \times 10^5\ N/m^2$

$P = P_a + \Delta P = 1.013 \times 10^5 + 0.19992 \times 10^5 = 1.21292 \times 10^5\ N/m^2$

(٢) استخدم مانومتر زئبقى لقياس ضغط غاز داخل مستودع فكان سطح الزئبق فى الفرع أعلى من سطحه فى الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 24 سم . فإذا كان الضغط الجوى 76 سم زئبق . فما قيمة ضغط الغاز المحبوس بوحدات :
(أ) سم زئبق (ب) الضغط الجوى (ج) الباسكال (د) البار (هـ) التور

الحل

(أ) $P = P_a + \Delta P = 76 + 24 = 100$ سم زئبق

(ب) $P = \frac{100}{76} = 1.316$ ضغط جوى

(ج) $P = \rho g h = 10^{-2} \times 100 \times 9.8 \times 13600 = 133280 = 1.3328 \times 10^5$ نيوتن/م^2

(د) $P = \frac{1.3328 \times 10^5}{10^5} = 1.3328$ بار

(هـ) $P = 100 \times 10 = 1000$ مم زئبق (تور)

مسائل

(٢٨) احسب الفرق فى الضغط بين ضغط غاز محبوس فى مستودع وبين الضغط الجوى إذا علمت أن سطح الزئبق فى الفرع الخالص لمانومتر زئبقى أعلى منه فى الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 4 سم . علمًا بأن كثافة الزئبق 13600 كجم/م^3 وعجلة الجاذبية الأرضية 9.8 م/ث^2 .
[5331.2 نيوتن/م^2]

(٢٩) غاز محبوس داخل أسطوانة استخدم مانومتر فكان ارتفاع سطح الزئبق فى الفرع الخالص أكبر من الفرع المتصل بالأسطوانة بمقدار 30 سم . احسب ضغط الغاز داخل الأسطوانة بوحدات : (أ) سم زئبق . (ب) الضغط الجوى .
(ج) نيوتن/م^2 . (د) تور . علمًا بأن الضغط الجوى 76 سم زئبق وكثافة الزئبق 13600 كجم/م^3 . وعجلة السقوط الحر 9.8 م/ث^2 .
[106 سم.زئبق ، $1.395\ P_a$ ، 1.412768×10^5 نيوتن/م^2 ، 1060 مم.زئبق]

(٣٠) مانومتر مائى استخدم لقياس فرق الضغط لغاز محبوس فكان فرق ارتفاع الماء (4-) سم . ما مقدار :

١ ـ فرق ضغط الغاز المحبوس . [$392\ N/m^2$]

٢ ـ ضغط الغاز المحبوس . [$99568\ N/m^2$]

علمًا بأن قراءة البارومتر فى هذا المكان 75 سم زئبق ، وأن الكثافة النسبية للزئبق 13.6 .

(٣١) غاز محبوس داخل أسطوانة استخدم مانومتر زئبقى لقياس ضغط الغاز فكان فرق ارتفاع سطح الزئبق فى الفرع الخالص عن الفرع المتصل بالأسطوانة بمقدار (10-) سم . احسب ضغط الغاز داخل الأسطوانة بوحدات :

(أ) سم زئبق . (ب) ضغط جوى . (ج) نيوتن/م٢ . (د) تور .

(اعتبر P_a = 76 سم زئبق ، $\rho_{زئبق}$ = 13600 كجم/م٣)

[66 سم.زئبق ، $0.868\ P_a$ ، 87964.8 نيوتن/م٢ ، 660 مم.زئبق]

(٣٢) الجدول التالى يوضح العلاقة بين الضغط عند نقطة فى باطن بحيرة (P) وعمق هذه النقطة عن سطح البحيرة (h) ومع إهمال التغير فى درجة حرارة ماء البحيرة بتغير العمق .

عمق النقطة h بالأمتار	5	10	15	20	25	30
الضغط × 10^5	1.5	2	2.5	3	3.5	4

(أ) ارسم علاقة بيانية بين الضغط على المحور الرأسى وعمق النقطة على المحور الأفقى . (ب) من الرسم البيانى أوجد : ١ ـ قيمة الضغط فوق سطح ماء البحيرة . ٢ ـ قيمة كثافة ماء البحيرة . [اعتبر عجلة الجاذبية $g = 10\ m/s^2$] .

[10^5 نيوتن/م٢ ، 1000 كجم/م٣]

(٣٣) غواصة مصممة بحيث تتحمل ضغطًا لا يزيد عن 12.6625×10^5 نيوتن/م٢ . أوجد أقصى عمق يمكن أن تغوص إليه دون أن تتجاوز هذا الحد . أوجد أيضًا القوة التى يتأثر بها باب القمرة ، وأبعاده 50 × 80 سم عند هذا العمق .

علمًا بأن ρللماء = 1000 كجم/م٣ ، g = 9.8 م/ث٢ .

[5.065×10^5 N ، 129.2 m]

(٣٤) حوض عميق من الزجاج مساحة قاعدته 100 سم٢ وارتفاع الماء فيه 20 سم فإذا كانت قراءة البارومتر عندئذ 76 سم زئبق وكثافة الزئبق 13600 كجم/م٣ وعجلة الجاذبية 10 م/ث٢ وكثافة الماء 1000 كجم/م٣ . فاحسب :

(أ) الضغط الكلى عند نقطة فى قاعدة الحوض . [1.0536×10^5 نيوتن/متر٢]

(ب) القوة الضاغطة الكلية على قاعدة الحوض . [1053.6 نيوتن]

(٣٥) ما قراءة بارومتر زئبقى عند الطابق العلوى لمبنى ارتفاعه 100 متر إذا كان البارومتر يقرأ عند الطابق الأرضى 74 سم زئبق . ومتوسط كثافة الهواء بين هذين الطابقين 1.25 كجم/م٣ ، وكثافة الزئبق 13.6×10^3 كجم/م٣ ، (g= 9.8 م/ث٢)

[73.08 سم زئبق]

(٣٦) أوجد عدد طوابق المنزل الذى يمكن أن يرتفع إليها الماء فى مواسير المياه إذا كانت قيمة قراءة مقياس ضغط الماء عند الدور الأرضى 3 ضغط جوى وارتفاع الطابق الواحد 3 أمتار وأن الضغط الجوى 1.013×10^5 نيوتن/م٢ .

[10 طوابق]

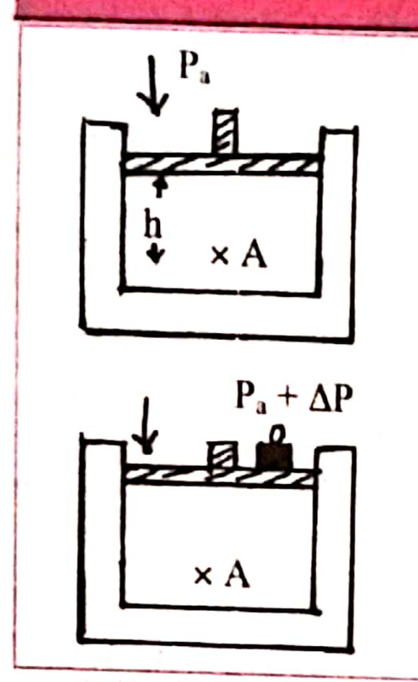
(٣٧) أسطوانة من الصلب طولها 10 سم ونصف قطرها 2 سم فإذا وضعت رأسيًا فى حوض به سائل وكان ارتفاع السائل فوق قاعدتها العليا 15 سم فإذا علمت أن الكثافة النسبية للسائل 1.3 ، عجلة الجاذبية = 10 م/ث٢ أوجد القوة الكلية المؤثرة : (أ) على قاعدتها العليا . (ب) على قاعدتها السفلى .

[2.45 ، 4.08 نيوتن]

(٣٨) احسب أقصى ارتفاع يصل إليه الماء فى أنابيب المياه فى المنزل إذا كان مقياس الضغط للماء المثبت على سطح الأرض فى الطابق السفلى يعين 270 كيلو نيوتن/م٢ .

[27.55 m]

قاعدة باسكال



١ ـ إذا وضعنا سائلاً فى إناء مزود بمكبس فى أعلاه فإن الضغط عند نقطة (A) على عمق (h) من سطح السائل يساوى :

$$P = P_a + \rho g h$$

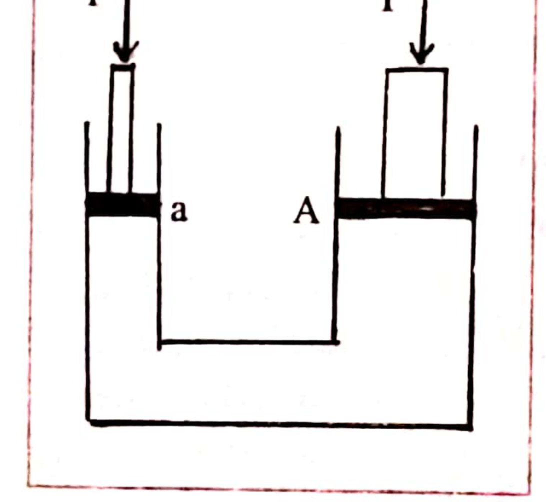
٢ ـ إذا زدنا الضغط على المكبس بمقدار (ΔP) وذلك بوضع ثقل إضافى على المكبس فإن المكبس لا يتحرك إلى الداخل لعدم قابلية السائل للانضغاط ويصبح الضغط عند A :

$$P = P_a + \rho g h + \Delta P$$

٣ ـ ينتقل هذا الضغط بتمامه إلى كل نقطة من السائل كما ينتقل إلى جدران الإناء .

• **مبدأ باسكال :**

« عندما يؤثر ضغط على سائل محبوس فى إناء فإن الضغط ينتقل بتمامه إلى جميع أجزاء السائل كما ينتقل إلى جدران الإناء المحتوى على السائل ».



• **تطبيقات على قاعدة باسكال :**

(١) المكبس الهيدروليكى :

• **فكرة عمله :** يعتمد عمله على قاعدة باسكال .

• **تركيبه :** ١ ـ مكبس صغير مساحة مقطعه (a) .

٢ ـ مكبس كبير مساحة مقطعه (A) .

٣ ـ أنبوبة يتصل المكبسان بها ويملئ بسائل ما .

• **شرح العمل :**

ـ إذا أثرنا على المكبس الصغير بقوة (F) ينتج ضغطاً .

$$P = \frac{F}{a}$$

ـ ينتقل الضغط بتمامه خلال السائل إلى السطح السفلى للمكبس الكبير مسببًا قوة كبيرة.

$$P = \frac{F}{A}$$

ـ ∵ الضغط متساوى على المكبسين عند الاتزان فإن :

$$P = \frac{F}{A} = \frac{F}{a}$$

$$F = \frac{A}{a} . F$$

• الفائدة الآلية للمكبس الهيدروليكى :

هى النسبة بين مساحة المكبس الكبير إلى مساحة المكبس الصغير .

$$\eta = \frac{F}{F} = \frac{A}{a}$$

س : صف مع الرسم المكبس الهيدروليكى ، واشرح فكرة عمله ، واستنتج قانونه .

س : ما معنى أن الفائدة الآلية لمكبس هيدروليكى تساوى 100 .

• الشغل المبذول بواسطة المكبسين :

حسب قانون بقاء الطاقة يكون :

الشغل المبذول على المكبس الكبير = الشغل المبذول على المكبس الصغير
المسافة التى يتحركها × القوة المؤثرة على المكبس الكبير =
المسافة التى يتحركها × القوة المؤثرة على المكبس الصغير

$$f y_1 = F y_2$$

$$F = \frac{y_1}{y_2} . f$$

حيث $\frac{y_1}{y_2}$ الفائدة الآلية للمكبس .

• مثال (١) : مكبس هيدروليكى قطر مكبسه الصغير 2 سم وتؤثر عليه قوة مقدارها 200 نيوتن وقطر مكبسه الكبير 24 سم . فإذا علمت أن عجلة الجاذبية الأرضية 10 م/ث² $(\pi = 3.14)$
أوجد : ١ ـ أكبر كتلة يمكن رفعها بواسطة المكبس الكبير .
٢ ـ الفائدة الآلية للمكبس . ٣ ـ الضغط الواقع على كل من المكبسين الكبير والصغير .

الحل

$r_1 = 1 \times 10^{-2}$ متر , $F = 200\ N$, $r_2 = 12 \times 10^{-2}$ متر

$$\because \frac{F}{F} = \frac{A}{a} \Rightarrow \frac{mg}{200} = \frac{\pi r_2^2}{\pi r_1^2}$$

$$\frac{m \times 10}{200} = \frac{(12 \times 10^{-2})^2}{(1 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow m = 2880 \text{ كجم}$$

∴ الكتلة التى يمكن رفعها بواسطة المكبس الكبير = 2880 كجم .

$$\eta = \frac{A}{a} \Rightarrow \eta = \frac{3.14 \times (12 \times 10^{-2})^2}{3.14 \times (1 \times 10^{-2})^2} \quad \therefore \eta = 144$$

$$P_{\text{على المكبس الكبير}} = P_{\text{على المكبس الصغير}} = \frac{F}{A} = \frac{F}{a}$$

$$\therefore P = \frac{200}{3.14 \times 10^{-4}} = 6.369 \times 10^5\ N/m^2$$

• **مثال (٢)** : إذا كان قطر المكبس الصغير فى مكبس هيدروليكى 1.5 سم وقطر المكبس الكبير 30 سم . احسب : ١ ـ القوة المؤثرة على المكبس الصغير التى يتزن مع كتلة 2 طن عندما توضع على المكبس الكبير . ٢ ـ كم تكون المسافة التى يتحركها المكبس الكبير عندما يتحرك المكبس الصغير 3.5 متر .

الحل

$r_1 = 0.75 \times 10^{-2}$ متر , $r_2 = 15 \times 10^{-2}$ متر

$F = mg = 2000 \times 9.8 = 19600\ N$, $F = ??$

$$\because \frac{F}{F} = \frac{A}{a} \Rightarrow \frac{19600}{F} = \frac{\pi (15 \times 10^{-2})^2}{\pi (0.75 \times 10^{-2})^2}$$

$$F = \frac{19600 \times (0.75)^2}{(15)^2} = 49\ N$$

$$\because F y_2 = F y_1 \Rightarrow y_2 \text{ (المسافة التى يتحركها المكبس الكبير)} = \frac{49 \times 3.5}{19600} = 8.75 \times 10^{-3} \text{ متر}$$

• مثال (٢) : تعمل رافعة السيارات بتسليط هواء مضغوط على زيت محصور في مكبس هيدروليكي . فإذا كان نصف قطر المكبس الكبير 0.2 متر وكان ضغط الهواء المستعمل 1.545 ضغط جوى . فاحسب كتلة المكبس الكبير والسيارة التي يحملها علمًا بأن الضغط الجوى = 1.013×10^5 نيوتن/م٢ وعجلة الجاذبية الأرضية = 9.8 م/ث٢ .

الحل

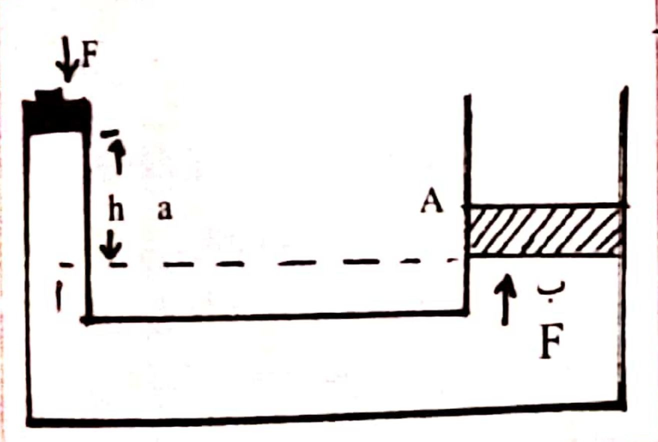
$$\because P = \frac{F}{A} \quad \Rightarrow \quad F = PA$$

$F = 1.545 \times 1.013 \times 10^5 \times 3.14 \times 0.04 = 19657.468$ نيوتن

$$F = mg \quad \Rightarrow \quad m = \frac{19657.468}{9.8} = 2005.864$$ كجم

$\therefore$ كتلة المكبس الكبير والسيارة = 2005.864 كجم .

س : علل : عندما يؤثر ضغط على سائل محبوس فى إناء فإن الضغط ينتقل بتمامه إلى جميع أجزاء السائل .

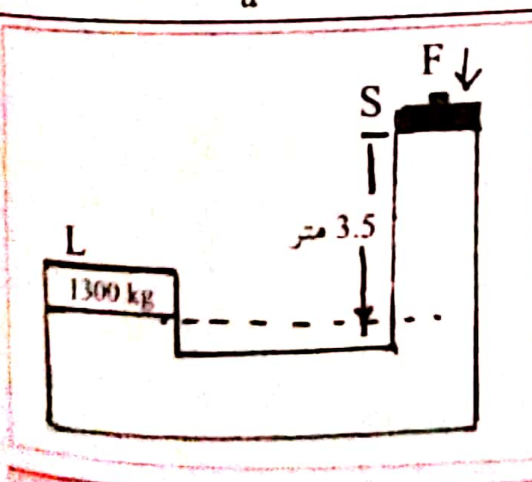


ملحوظ إذا اتزن المكبس الهيدروليكي ومكبساه ليس فى مستوى أفقي واحد كما فى الشكل التالى .

النقطتان أ ، ب فى مستوى أفقى واحد فى باطن سائل واحد .

$$P_{ب} = P_{أ} \quad \Leftarrow \quad \frac{F}{a} + \rho g h = \frac{F}{A}$$

• مثال : فى الشكل الموضح بالرسم إذا كانت الأسطوانة L كتلتها 1300 كجم ومساحة مقطعها 0.2 م٢ وكانت مساحة مقطع المكبس S = 30 سم٢ . وكتلته مهملة وكثافة الزيت المملوء به الجهاز 780 كجم/م٣ . فاحسب قيمة F اللازمة



لحدوث الاتزان .

الحل

$$P_L = P_S \Rightarrow \frac{F}{A} = \rho g h + \frac{F}{a}$$

$$\frac{1300 \times 9.8}{0.2} = 780 \times 9.8 \times 3.5 + \frac{F}{30 \times 10^{-4}}$$

$$63700 = 26754 + \frac{F}{30 \times 10^{-4}} \Rightarrow 63700 - 26754 = \frac{F}{30 \times 10^{-4}}$$

$$36946 = \frac{F}{30 \times 10^{-4}} \Rightarrow F = 36946 \times 30 \times 10^{-4} = 110.83 \text{ N}$$

مسائل

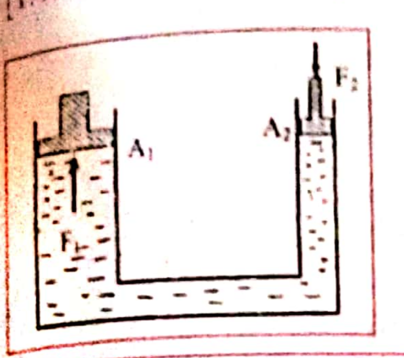
(٣٩) مكبس هيدروليكى قطر مكبسه الكبير متراً واحداً ومساحة مقطع مكبسه الصغير 0.001 متر مربع والقوة المؤثرة على المكبس الصغير 600 نيوتن .فما هى قيمة القوة المؤثرة على المكبس الكبير ؟ وما هى قيمة الضغط أسفل كل مكبس ؟
[471000 نيوتن ، 6×10^5 نيوتن/م^2]

(٤٠) مكبس هيدروليكى مساحتا مقطع مكبسيه 10 سم^2 ، 200 سم^2 . ما القوة اللازم أن نؤثر بها على مكبسه الصغير لرفع ثقل مقداره واحد طن على مكبسه الكبير . ثم احسب الفائدة الآلية للمكبس . واحسب أيضاً المسافة التى يتحركها المكبس الصغير لكى يتحرك المكبس الكبير مسافة 0.2 سم . [490 نيوتن ، 20 ، 4 سم]

(٤١) إذا كانت مساحة المكبس الكبير فى مكبس هيدروليكى هى 800 سم^2 وكتلته 600 كيلو جرام ، ومساحة المكبس الصغير هى 25 سم^2 والجهاز مملوء بسائل كثافته النسبية 0.78 .احسب كتلة المكبس الصغير بفرض أن المكبس كان فى حالة اتزان عندما كان ارتفاع السائل فى المكبس الصغير أعلى من ارتفاعه فى المكبس الكبير بمقدار 8 أمتار . [3.15 كيلو جرام]

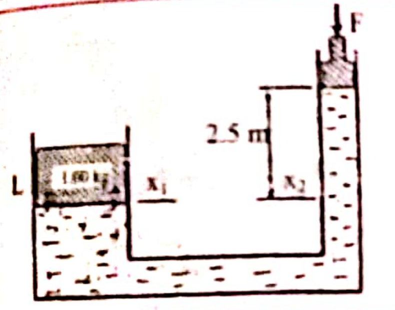
(٤٢) محطة لخدمة السيارات تستخدم آلة رفع هيدروليكى لرفع السيارات على مكبسها الكبير بالتأثير على مكبسها الصغير بهواء مضغوط .احسب ضغط

الهواء ، اللازم لرفع سيارة كتلتها 2 طن ، إذا علمت أن نصف قطر المكبس الصغير 1.5 سم ، ونصف قطر المكبس الكبير 21 سم . $[1.414 \times 10^5 \text{ N/m}^2]$



(٤٣) مكبس هيدروليكي مساحة مقطع مكبسه الكبير 1500 سم^2 ومساحة مقطع مكبسه الصغير 25 سم^2 . فإذا أثرت قوة قدرها 100 نيوتن على مكبسه الصغير . فما مقدار الثقل الذي يمكن حمله على مكبسه الكبير ؟

[6000 نيوتن]



(٤٤) في المكبس المبين بالرسم إذا كانت كتلة الأسطوانة 1500 كجم ، ومساحة مقطعها 0.2 م^2 . وكانت مساحة مقطع المكبس الصغير 40 سم^2 وكتلته مهملة ، وكان الجهاز مملوءاً بزيت كثافته النسبية 0.8 ، فاحسب القوة اللازم أن تؤثر بها على المكبس الصغير حتى يحدث الاتزان .

[215.6 نيوتن]

(٤٥) إذا كان نصف قطر المكبس الكبير لآلة ضغط هيدروليكية هو 50 سم وكانت مساحة مقطع المكبس الصغير هي 10^{-3} متر مربع وكانت القوة المؤثرة على المكبس الصغير هي 500 نيوتن . فما هي القوة المؤثرة على المكبس الكبير ؟ وما هي قيمة الضغط أسفل كل مكبس . [3.93×10^5 نيوتن ، 5×10^5 باسكال]

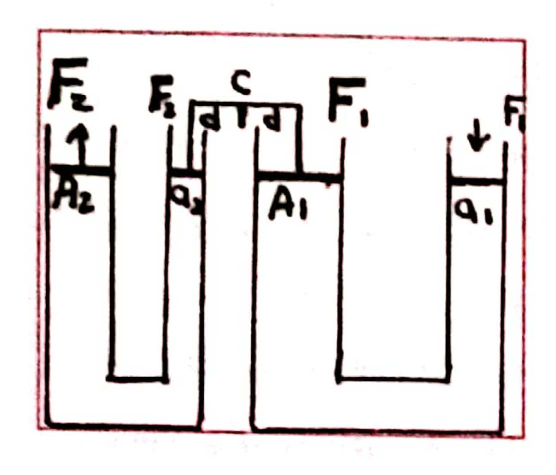
(٤٦) مكبس مائي أقصى ثقل يمكن رفعه على مكبسه هو 6 طن . ما هي أقل قوة يمكن التأثير بها على المكبس الصغير لرفع هذا الثقل علماً أن النسبة بين مساحتي مقطع مكبسيه هي 100 : 1 .

[588 نيوتن]

(٤٧) فرامل سيارة هيدروليكية تحتاج إلى قوة قدرها 10000 نيوتن لإيقاف العجلة . احسب قوة القدم اللازم لاستخدامها علماً بأن نسبة مساحتي المكبسين 2 : 100

[200 نيوتن]

(٤٨) احسب نصف قطر المكبس الصغير لمكبس مائى عندما يتسبب ثقل قدره 20 كجم فى رفع ثقل قدره 8 أطنان على المكبس الكبير الذى قطره 1 م . وإذا أهملنا قوى الاحتكاك ، ثم احسب الفائدة الميكانيكية . [2.5 سم ، 400]

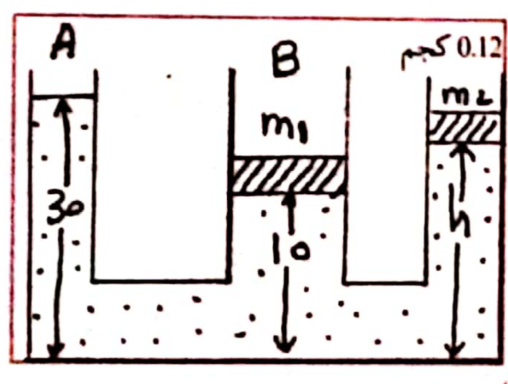


(٤٩) يوضح الرسم مكبسين هيدروليكيين يتصل المكبس الكبير للأول بالمكبس الصغير للثانى عن طريق رافعة محور ارتكازها (C) يقع فى منتصفها فإذا كانت :

$F_1 = 20\ N$ ، $\frac{a_2}{A_2} = \frac{1}{40}$ ، $\frac{a_1}{A_1} = \frac{1}{50}$

فأوجد : (أ) مقدار F_2 .

(ب) الفائدة الآلية للمجموعة (المكبسين) . [40000 N ، 2000]



(٥٠) فى الشكل الموضح مساحة المكبس A ، B ، C هى 5 سم² ، 12 سم² ، 8 سم² ، والمكبس مملوء بالماء . احسب :

١ - ضغط الماء على القاع .

٢ - مقدار الكتلة m_1 ، الارتفاع h .

٣ - ارتفاع الماء فى كل فرع عند زوال الكتل .

[2940 N/m² ، 0.24 kg ، 15 cm ، 15.6 cm]

تذكر

• التعاريف والمفاهيم الهامة :

⇐ **المائع** : هو أى مادة قابلة للانسياب ولا تتخذ شكلاً محدداً .

⇐ **الكثافة (ρ)** : هى كتلة وحدة الحجوم من المادة . ووحدتها كجم/م٣ ، (kg/m^3) .

⇐ **الكثافة النسبية لمادة (الوزن النوعى لمادة)** : هى النسبة بين كثافة المادة إلى كثافة الماء فى نفس درجة الحرارة . وليس لها وحدة .

⇐ **الضغط عند نقطة (P)** : هو مقدار القوة المؤثرة عموديًا على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة . ووحدته نيوتن/م٢ (N/m^2) .

⇐ **الضغط عند نقطة فى باطن سائل** : تقدر بوزن عمود السائل الذى قاعدته وحدة المساحات وارتفاع البعد الرأسى بين النقطة وسطح السائل .

⇐ **يتوقف ضغط السائل عند نقطة على عاملين** : (١) عمق النقطة (h) ،
(٢) كثافة السائل (ρ) .

⇐ يكون الضغط متساويًا فى جميع النقط الواقعة فى مستوى أفقى واحد فى سائل متجانس .

⇐ **الضغط الجوى عند نقطة** : يقدر بوزن عمود من الهواء الجوى مساحة مقطعه الوحدة وارتفاعه من تلك النقطة حتى نهاية قمة الغلاف الهوائى .

⇐ **الضغط الجوى المعتاد (P_a)** : يكافئ الضغط الناشئ عن وزن عمود من الزئبق ارتفاع 0.76 متراً عند درجة حرارة صفر° سيلزيوس ومساحة قاعدته 1 متر٢ .
الضغط الجوى المعتاد = 1.013×10^5 نيوتن/م٢ . ويستخدم البارومتر الزئبقى لقياس الضغط الجوى . **وحدات الضغط الجوى هى :**
(١) تور = 1 مم زئبق . (٢) باسكال = نيوتن/م٢ . (٣) بار = 10^5 نيوتن/م٢ .

⇐ **المانومتر** : جهاز يستخدم لقياس ضغط غاز محبوس فى إناء أو لقياس فرق الضغط بين ضغط الغاز المحبوس والضغط الجوى .

⇐ **مبدأ باسكال (قاعدة باسكال) :** عندما يؤثر ضغط على سائل محبوس فى إنـاء فإن الضغط ينتقل بتمامه إلى جميع أجزاء السائل كما ينتقل إلى جدران الإناء .

⇐ **أجهزة يبنى عملها على مبدأ باسكال :** المكبس الهيدروليكى ويستخدم لرفع أثقـال كبيرة باستخدام قوى صغيرة .

⇐ **الفائدة الآلية للمكبس :** هى النسبة بين مساحة مقطع المكبس الكبير إلـى مساحة مقطع المكبس الصغير أ، هى النسبة بين القوة المؤثرة على المكبس الكبـير إلـى القوة المؤثرة على المكبس الصغير .

• القوانين الهامة :

⇐ **الكثافة** = الكتلة / الحجم $\left(\rho = \frac{m}{v}\right)$

⇐ **الكثافة النسبية (الوزن النوعى)** = $\frac{\rho_{\text{للمادة}}}{\rho_{\text{للماء}}}$ = ρ نسبية

⇐ **الضغط** = القوة / المساحة = $P = \frac{F}{A}$ ⇐ $F = P \cdot A$

⇐ **الضغط عند نقطة فى باطن سائل معرض للهواء :** $P = P_a + h\rho g$

⇐ **الضغط الجوى** $P_a = h \times \rho_{\text{للزئبق}} \times g$ حيث h قراءة البارومتر عند النقطة

⇐ **عند اتزان سوائل فى أنبوبة ذات شعبتين يكون :** $h_1\rho_1 = h_2\rho_2$

⇐ **ضغط غاز محبوس فى إناء :** $P = P_a \mp h \times \rho \times g$ ⇐ $\Delta P = h\rho g$

⇐ **فى المكبس الهيدروليكى :** $F = \frac{A}{a} . f$ ، $P = \frac{f}{a} = \frac{F}{A}$

⇐ **الفائدة الآلية للمكبس :** $\eta = \frac{F}{f} = \frac{A}{a} = \frac{R^2}{r^2} = \frac{y_1}{y_2}$

⇐ **لتعيين المسافة التى يتحركها كل من المكبسين :** $f y_1 = F y_2$

• التعليلات :

(١) جميع النقط الواقعة فى مستوى أفقى واحد فى سائل متجانس تكون متساوية فى الضغط .

لأن جميع هذه النقط على عمق واحد من سطح السائل كما أن كثافة السائل المتجانس متساوية فى جميع النقط ، لذا فإن الضغط يكون متساويا فيها لأن : $P = h \rho g$.

(٢) تبنى السدود بحيث تكون من أسفل أكثر سمكا من أعلى .

لأن ضغط الماء يزيد بزيادة العمق وبذلك تكون القوة على جسم السد من أسفل أكبر منها من أعلى .

(٣) لا تطبق قاعدة باسكال على الغازات .

لأن الغاز قابل للانضغاط فيفقد جزء من الشغل فى إنقاص الحجم فلا ينقل كاملاً .

(٤) عند التأثير على سائل محبوس فى إناء فإن الضغط ينتقل بتمامه لجميع أجزاء السائل .

لأن السوائل غير قابلة للانضغاط ، فعند زيادة الضغط على السائل يزيد من قوة دفع جزيئاته لبعضها البعض فينتقل الضغط لجميع أجزاء السائل .

(٥) لا يتأثر ارتفاع الزئبق فى البارومتر بمساحة مقطع الأنبوبة .

لأن الضغط يقدر بالقوة المؤثرة عموديًا على وحدة المساحات وهى تتوقف على ارتفاع الزئبق فى البارومتر وكثافته فقط $(P = \rho h g)$.

(٦) يفضل استخدام الزئبق كسائل فى البارومترات .

لأن كثافته عالية فيلزم استخدام طول منه مناسبًا علاوة على أن ضغط بخاره فى درجات الحرارة العادية صغير فيمكن إهمال تأثيره .

(٧) قد يستخدم الماء فى المانومتر ولكن لا يستخدم فى البارومتر .

يستخدم الماء فى المانومتر لقياس الفروق الصغيرة فى الضغط لأن كثافة الماء أقل من كثافة الزئبق لذلك يكون الارتفاع ملحوظ . بينما لا يستخدم الماء فى البارومتر لأن ارتفاع الماء بها يكون كبيراً يصل إلى 10.3 متراً .

(٨) يقل الضغط الجوى كلما ارتفعنا لأعلى .

لنقص وزن عمود الهواء الموجود عموديًا على وحدة المساحات والذى يقل بنقص البعد بين النقطة وقمة الغلاف الجوى .

(٩) يستطيع المكبس الهيدروليكى رفع كتلة على المكبس الكبير عند التأثير بقوة صغيرة على المكبس الصغير .

لأن الضغط ينتقل بتمامه لجميع أجزاء السائل داخل المكبس الهيدروليكى طبقًا لمبدأ باسكال فيتأثر المكبس الكبير بقوة كبيرة لكبر مساحته فيستطيع أن يرفع الكتلة الكبيرة .

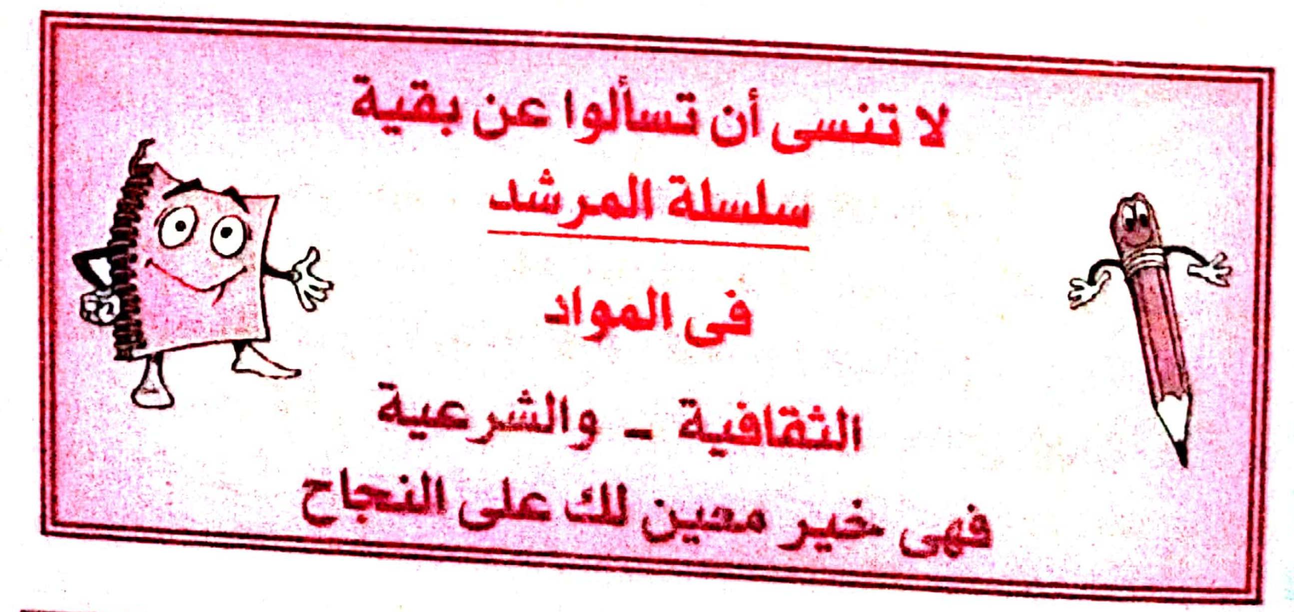
(١٠) يجب أن يملأ المكبس الهيدروليكى بالسائل تماما دون أى فقاعات غازية .

وذلك أن السوائل غير قابلة للانضغاط فينتقل الضغط بتمامه بينما الغازات قابلة للانضغاط فيفقد جزء من الشغل لضغط الغاز وبذلك لا ينتقل الضغط بتمامه .

(١١) فى المكبس الهيدروليكى تكون الفائدة الآلية دائمًا أكبر من الواحد الصحيح .

$$\eta = \frac{F}{f} = \frac{A}{a}$$

ولما كانت مساحة المكبس الكبير (A) دائمًا أكبر من مساحة المكبس الصغير (a) . كما أن القوة الكلية المؤثرة على المكبس الكبير (F) تكون دائمًا أكبر من القوة الكلية المؤثرة على المكبس الصغير (f) لذا كانت الفائدة الآلية للمكبس أكبر دائمًا من الواحد الصحيح .



أسئلة على الفصل الثالث

▲ الضغط ▲

س١ : أكمل العبارات الآتية :

١ ـ يستخدم جهاز .... لقياس الضغط الجوى ، أما .... فيستخدم لقياس الفرق فى الضغط لغاز محبوس .

٢ ـ وحدة قياس الضغط هى .... بينما وحدة قياس الكثافة ....

٣ ـ يرتفع السائل فى إناء متعدد الأجزاء .... مهما كان الشكل الهندسى لكل جزء .

س٢ : اختر الإجابة الصحيحة من بين القوسين ثم أعد كتابة العبارة كاملة :

١ ـ الضغط الجوى المعتاد يعادل .... [1.013×10^5 ـ 1.013 ـ 0.76] بار .

٢ ـ فى المانومتر تكون إشارة (h) فرق ارتفاع مستوى سطحى السائل فى الفرعين سالبة عندما يصبح ضغط الغاز فى المستودع .... (أقل ـ أكبر ـ مساوية) من الضغط الجوى .

٣ ـ فى بارومتر تورشيلى سيقل الفرق فى الارتفاع بين سطحى الزئبق داخل وخارج البارومتر عندما .... (ترتفع درجة الحرارة ـ ينقل البارومتر إلى قمة جبل مرتفع ـ تستخدم أنبوبة أكثر اتساعًا) .

س٣ : أعد كتابة العبارات التالية فى ورقة الإجابة بعد تصحيح ما بها من أخطاء إن وجدت

١ ـ 1.013×10^5 نيوتن/م٢ تكافئ 1.013 باسكال .

٢ ـ المانومتر الزئبقى جهاز يستخدم فى قياس الضغط الجوى .

٣ ـ فى المانومتر عندما يكون ضغط الغاز أكبر من الضغط الجوى تصبح إشارة (h) فرق ارتفاع مستوى سطحى السائل فى الفرعين سالبة .

٤ ـ عند استخدام أنبوبة بارومترية ذات قطر أكبر يقل ارتفاع الزئبق فيها .

٥ ـ نظرًا لاحتمال تغير حجم السائل بتغير شكل الإناء الحاوى له لذلك يتغير ضغط السائل الواحد بتغير شكل الإناء الحاوى لها رغم تساوى الارتفاع فى كل حالة .

٦ - في جميع الظروف تكون قيمة ضغط السائل عند أي نقطتين في مستوى أفقي واحد متساو .

س٤ : ما المقصود بكل من :

١ - الوزن النوعي للزئبق يساوي 13.6 .

٢ - الضغط الجوي عند سطح البحر في وقت ما = 1.013 بار .

٣ - القوة المؤثرة عموديًا على وحدة المساحات من سطح ما تساوي $10^5 \times 5$ نيوتن .

٤ - كثافة الألومنيوم = 2700 كجم/م^3 .

س٥ : اكتب المصطلح العلمي الدال على كل مما يأتي مع ذكر وحداته المستخدمة إن وجدت :

١ - نسبة كثافة مادة إلى كثافة الماء عند نفس درجة الحرارة .

٢ - القوة المتوسطة المؤثرة عموديًا على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة .

٣ - ضغط عمود الزئبق ارتفاعه 0.76 مترًا عند سطح البحر عند درجة صفر سلزيوس .

س٦ : علل :

١ - يتساوي ارتفاع السائل في فرعي الأنبوبة ذات الشعبتين مهما اختلف قطراها .

٢ - يرتفع السائل في إناء متعدد الأشكال بنفس المقدار .

٣ - جميع النقط التي تقع في مستوى أفقي واحد من سائل ساكن ومتجانس تكون متساوية الضغط .

٤ - استخدام الزئبق في بارومتر تورشيلي كمادة بارومترية بدلاً من الماء .

٥ - ملئت أنبوبة بارومترية طولها متر بالزئبق ونكست في حوض به زئبق ولم يتأثر فراغ تورشيلي .

٦ - في المانومتر قد تكون إشارة (h) فرق ارتفاعي مستوى سطحي السائل في الفرعين موجبة أحيانًا ، وقد تكون سالبة أحيانًا أخرى .

٧ - يلزم عدم تسرب أي آثار من الهواء إلى الحيز المسمى فراغ تورشيلي في البارومتر الزئبقي - ماذا يحدث إذا ملئ هذا الحيز بهواء تحت الضغط الجوي .

٨ - في المانومتر قد نستخدم سائل ذو كثافة عالية أحيانًا بينما لا بد من استخدام سائل ذو كثافة صغيرة أحيانًا أخرى .

س٧ : اثبت نظريًا أن الضغط عند نقطة فى باطن سائل يتعين من العلاقة : $P = P_a + \rho gh$. ثم ارسم علاقة بيانية بين قيمة P ، h (عمق النقطة) .
(أ) إذا كان سطح السائل معرض للهواء . (ب) إذا كان سطح السائل مغلق .

س٨ : اشرح خطوات تجربة عملية لتعين الكثافة النسبية لسائل مثل الزيت بطريقة اتزان السوائل فى أنبوبة ذات شعبتين . مع إثبات القانون المستخدم .

س٩ : أثبت أن ضغط عمود الزئبق داخل البارومتر يساوى الضغط الجوى .

س١٠ : وضح بالرسم فقط مع كتابة البيانات تركيب المانومتر عندما يكون ضغط الغاز
(أ) أكبر من الضغط الجوى . (ب) أقل من الضغط الجوى .

س١١ : الجدول التالى يوضع العلاقة بين الضغط (P) عند نقطة فى باطن بحيرة وعمق هذه النقطة h عن سطح البحيرة والمطلوب : رسم علاقة بيانية بين الضغط P ممثلاً على المحور الرأسى وعمق النقطة h ممثلاً على المحور الأفقى ومن الرسم البيانى أوجد :

h متر	4	8	12	16	20
P بار	1.4	1.8	X	2.6	3

١ ـ قيمة الضغط (X) المقابل للعمق 12 مترًا .
٢ ـ قيمة الضغط الجوى فوق سطح البحيرة وقت إجراء التجربة بوحدات نيوتن/م٢ .
٣ ـ كثافة ماء البحيرة (اعتبر عجلة الجاذبية الأرضية 9.8 م/ث٢) .

[$1020.4\ kg/m^3$ ـ $10^5\ N/m^2$ ـ 2.2 بار]

س١٢ : استخدم طالب مانومترًا زئبقيًا لقياس فرق ضغط صغير بين غاز محبوس فى إناء والضغط الجوى ـ ونصحه طالب آخر بأنه من الأفضل استخدام الماء بدلاً من الزئبق بيّن سبب ذلك . علمًا بأن كثافة الزئبق = 13 × كثافة الماء تقريبًا .

س١٣ : أنبوبة ذات شعبتين ارتفاعها 28 سم بها ماء عذب ارتفاعه 17 سم . صب فى أحد فرعيها زيت كثافته 900 كجم/م٣ حتى امتلأ هذا الفرع تمامًا . احسب بعد سطح الماء فى الفرع الآخر عن فوهة هذا الفرع فى الحالات الآتية :

(أ) مساحة مقطع فرع الماء مساوية لمساحة مقطع فرع الزيت . (2 سم)
(ب) مساحة مقطع فرع الماء ضعف مساحة مقطع فرع الزيت . (2.75 سم)

س١٤ : أنبوبة ضيقة مثبتة فى خزان كما بالشكل فإذا كانت مساحة قاعدة الخزان 80 سم٢ . أوجد :

(أ) القوة المؤثرة على قاع الخزان عندما يملأ الخزان والأنبوبة والضيقة بزيت كثافته 720 كجم/م٣ إلى الارتفاع (h_1)

(ب) احسب القوة عندما يكون الارتفاع (h_2) .

(ج) احسب القوة المؤثرة على السطح العلوى للخزان الناتجة من الزيت فى الحالتين . [الأعلى : 3.95 نيوتن ، 1.129 نيوتن]

[الأسفل : 14.112 نيوتن ، 11.289 نيوتن]

▲ المكبس الهيدروليكى ▲

س١ : فى المكبس الهيدروليكى يكون :

١ ـ الضغط المؤثر على المكبس الصغير (   ) الضغط الناتج عن المكبس الكبير .
٢ ـ القوة المؤثرة على المكبس الصغير (   ) القوة الناتجة عن المكبس الكبير .
٣ ـ حجم السائل المتحرك عند المكبس الصغير (   ) حجم السائل المتحرك عند المكبس الكبير .
٤ ـ التغير فى ارتفاع السائل عند المكبس الصغير (   ) التغير فى ارتفاع السائل عند المكبس الكبير .
٥ ـ الشغل المبذول على المكبس الصغير (   ) الشغل الناتج عن المكبس الكبير .
٦ ـ سرعة حركة المكبس الصغير (   ) سرعة حركة المكبس الكبير .

س٢ :

(أ) **صحح العبارة** : يستخدم المكبس الهيدروليكى فى رفع ثقل كبير على مكبسه الكبير باستخدام قوة كبيرة تؤثر على مكبسه الصغير .

(ب) ما المقصود : بالفائدة الآلية لمكبس هيدروليكي تساوي 100 .

(جـ) اكتب المصطلح العلمي : عندما يؤثر ضغط على سائل محبوس فإن الضغط ينتقل بتمامه إلى جميع أجزاء السائل كما ينتقل إلى جدران الإناء المحتوى على السائل .

س٣ : علل : (أ) لا يمكن تطبيق قاعدة باسكال على الغازات .

(ب) عند زيادة الضغط على مكبس في إناء مملوء بسائل لا يتحرك المكبس إلى أسفل .

(ج) في المكبس الهيدروليكي تكون سرعة حركة مكبسه الصغير أكبر من سرعة حركة مكبسه الكبير .

س٤ : أذكر قاعدة باسكال ، ثم اشرح مع التوضيح بالرسم كيف يمكن استخدام هذه القاعدة في تكبير قوة الضغط ونقله من نقطة إلى أخرى في مائع مبينًا مجالات تطبيق ذلك في الحياة العملية .

س٥ : عند استخدام مكبس هيدروليكي حصلنا على النتائج الآتية :

القوة المؤثرة على المكبس الصغير (N)	10	20	35	50	80
القوة المؤثرة على المكبس الكبير (N)	160	320	560	800	1280

(أ) وضح العلاقة البيانية بين القوتين ومنها أوجد :

١ ـ الفائدة الآلية للمكبس . (16)

٢ ـ القوة اللازمة على المكبس الكبير لاتزان 60 نيوتن موضوعة على المكبس الكبير . (960 N)

(ب) إذا كان نصف قطر المكبس الصغير 5 سم . فكم يكون نصف قطر المكبس الكبير ؟ (20 cm)

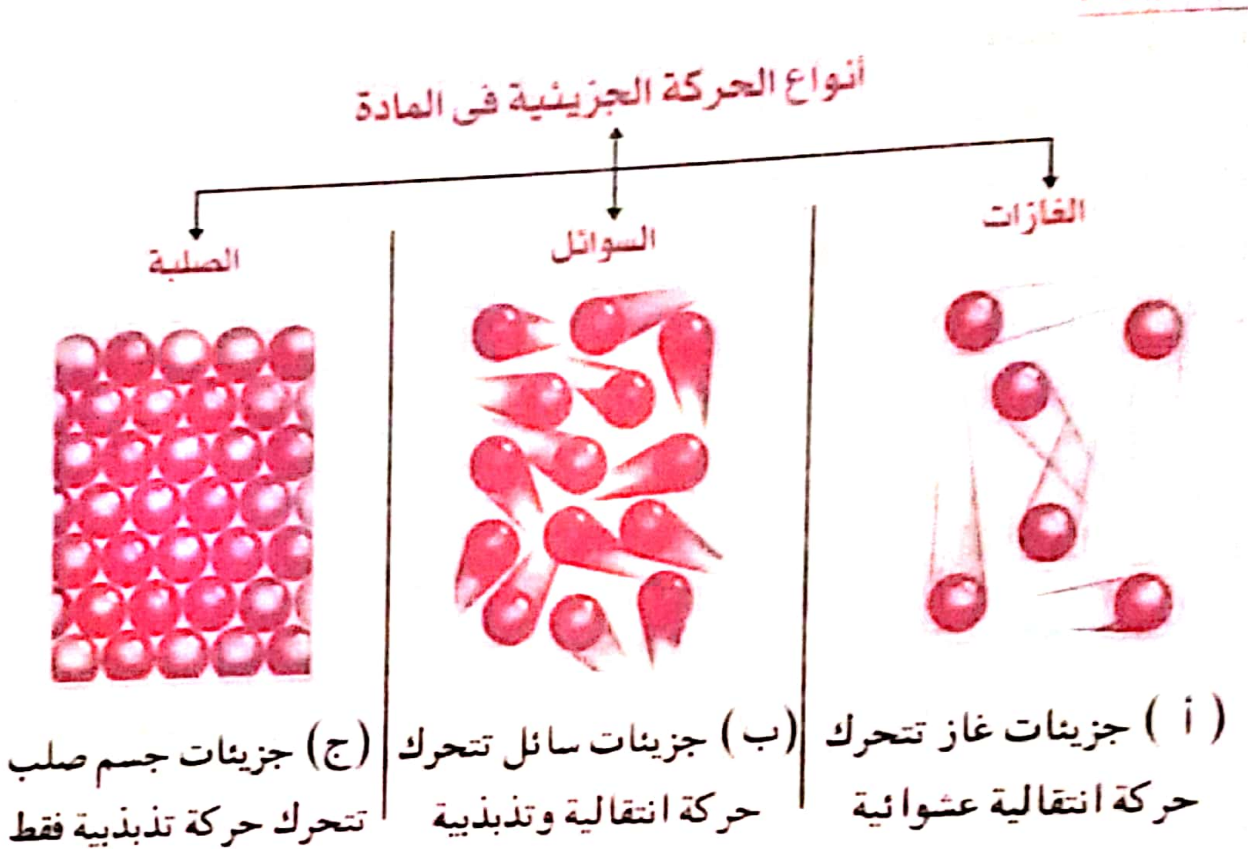
س٦ : مكبس مائي مساحة مكبسه الصغير 4×10^{-4} م² تؤثر عليه قوة قدرها 220 نيوتن ومساحة مكبسه الكبير 1200 سم² ، فإذا علمت أن عجلة السقوط الحر تساوي 10 م/ث² ، احسب :

١ ـ أكبر كتلة يمكن رفعها بواسطة المكبس الكبير . (6600 كجم)

٢ ـ الفائدة الآلية للمكبس . (300)

الفصل الخامس قوانين الغازات

• **مقدمة :**



(أ) جزيئات غاز تتحرك حركة انتقالية عشوائية

(ب) جزيئات سائل تتحرك حركة انتقالية وتذبذبية

(ج) جزيئات جسم صلب تتحرك حركة تذبذبية فقط

• **الحركة الجزيئية للغازات :**

تتحرك جزيئات الغاز حركة عشوائية مستمرة [الحركة البراونية] وتصطدم فى حركتها مع بعضها البعض ، كما تصطدم بجدران الإناء الذي يحتويها .

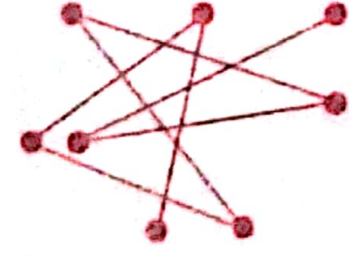
س: علل: تتحرك الجزيئات حركة عشوائية مستمرة .

• **تجربة لتوضيح الحركة العشوائية لجزيئات الغاز :**

⇐ **الخطوات :** ١ ـ نسحب دخانا متصاعدا من شمعة داخل صندوق جوانبه من الزجاج بواسطة منفاخ من المطاط .

٢ ـ نضئ الصندوق بمصباح قوى .

٣ ـ ننظر إليه من خلال ميكروسكوب .



حركة عشوائية مستمرة .

⇐ **المشاهدة** : تتحرك جسيمات الدخان بسرعات مختلفة في جميع الاتجاهات بطريقة عشوائية .

⇐ **التفسير** : ١ - تتحرك جزيئات الهواء (أو السوائل) حركة عشوائية مستمرة .

٢ - تصطدم الجزيئات أثناء حركتها مع بعضها البعض كما تصطدم مع دقائق الكربون للدخان .

٣ - عندما يكون عدد التصادمات من أحد الجوانب لدقيقة الكربون في لحظة معينة أكبر من عدد التصادمات من الجانب المقابل فإن دقيقة الكربون سوف تتحرك في اتجاه معين مسافة قصيرة . السبب في ذلك أن الجزيئات حرة الحركة ودائمة التصادم ، فتغير اتجاهها عشوائيًا بفعل الحرارة .

• **المسافات الجزيئية بين جزيئات الغاز :**

جزيئات الغاز توجد بينهما مسافات جزيئية كبيرة نسبيًا ولذلك فإن الغازات قابلة للانضغاط حيث تسمح المسافات الجزيئية الكبيرة نسبيًا بتقارب جزيئات الغاز عند تعرضها للضغط فيقل الحجم الذي يشغله الغاز .

س: علل: يقل حجم الغاز عند تعرضه للضغط .

• **تجربة لتوضيح المسافات الجزيئية بين جزيئات الغازات :**

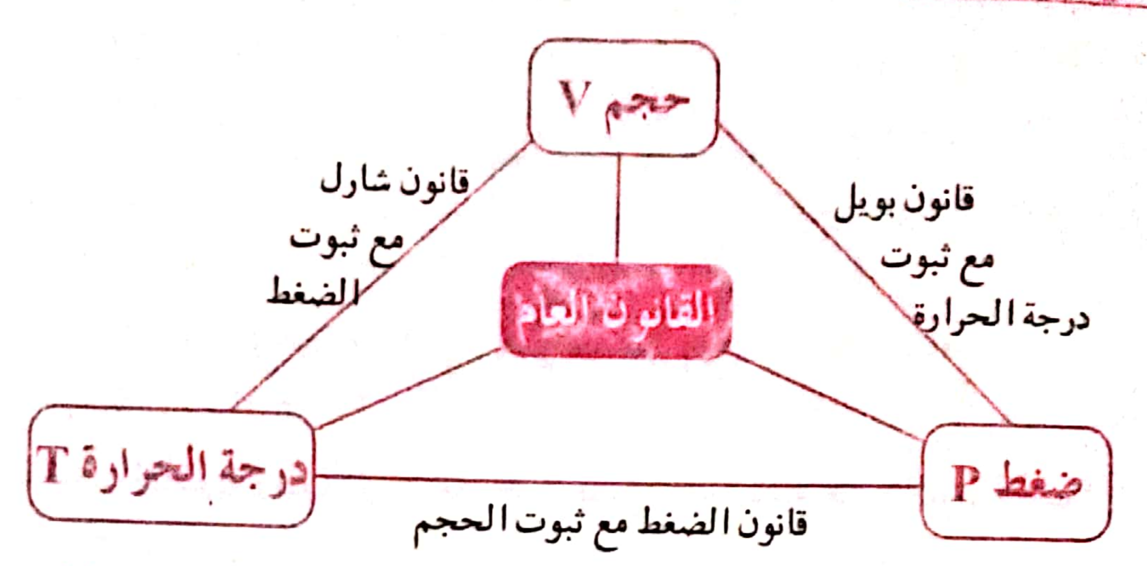
⇐ **الخطوات** : نأخذ مخبار مملوء بغاز النشادر ونتكسه فوق مخبار آخر مملوء بغاز كلوريد الهيدروجين .

⇐ **المشاهدة** : تتكون سحابة بيضاء من كلوريد الأمونيوم تأخذ في النمو والانتشار حتى تملأ كل حيز المخبارين .

⇐ **التفسير** : ١ - تنتشر جزيئات كلوريد الهيدروجين إلى أعلى رغم أن كثافته أكبر من النشادر وتتخلل المسافات الجزيئية لغاز النشادر وتتحد مع جزيئاته مكونة كلوريد الأمونيوم .

٢ - كما تنتشر جزيئات النشادر إلى أسفل رغم أنه أقل كثافة ، وتتخلل المسافات الجزيئية لغاز كلوريد الهيدروجين وتتحد معها مكونة كلوريد الأمونيوم .

• **قوانين الغازات :** لدراسة سلوك الغازات يراعى وجود ثلاث متغيرات وهى :



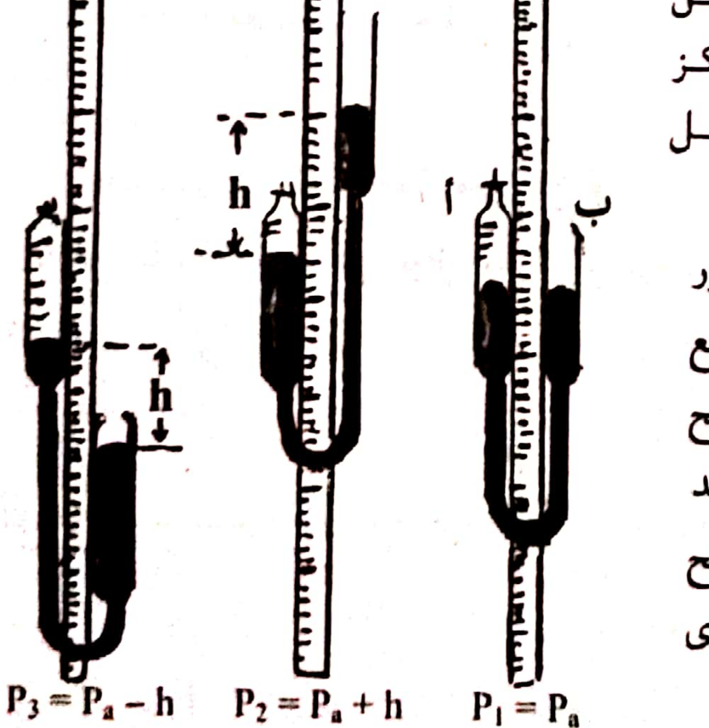
• **العلاقة بين حجم الغاز وضغطه عند ثبوت درجة حرارته (قانون بويل) :**

⇐ **الجهاز المستخدم :**

١ ـ أنبوبة زجاجية (أ) تشبه سحاحة مقلوبة يبدأ تدريجها من أعلى .

٢ ـ أنبوبة زجاجية (ب) قابلة للحركة إلى أعلى وإلى أسفل تتصل بالأنبوبة (أ) بواسطة أنبوبة من المطاط تحتوى الأنبوبتان على كمية مناسبة من الزئبق .

٣ ـ قائم رأسى يحمل الأنبوبتين ومثبت على قاعدة أفقية ترتكز على ثلاث مسامير محواه لجعل القائم رأسيًا تمامًا .



⇐ **الخطوات :** ١ ـ نفتح صنبور الأنبوبة (أ) ونغير وضع الأنبوبة (ب) حتى يصبح مستوى سطح الزئبق عند منتصفها تقريبًا ويكون سطح الزئبق بالفرعين فى مستوى أفقى واحد .

٢ - نغلق صنبور الأنبوبة (أ) ونعين حجم الهواء المحبوس بها $(V_{oL})_1$ وضغطه $P_a = P_1$ الذى يمكن تعيينه بالبارومتر .

٣ - نحرك الأنبوبة (ب) إلى أعلى عدة سنتيمترات ونقيس حجم الهواء المحبوس بالأنبوبة (أ) $(V_{oL})_2$ ، ونعين فرق ارتفاع الزئبق فى الفرعين h ، ونحسب ضغط الغاز المحبوس $P_2 = P_a + h$.

٤ - نكرر الخطوة السابقة مرة أخرى بتحريك الفرع (ب) لأعلى مسافة أخرى ونعين $(V_{oL})_3$ ، $P_a + h` = P_3$.

٥ - نحرك الأنبوبة (ب) إلى أسفل حتى يصبح سطح الزئبق فى الأنبوبة (ب) أقل من سطحه بالفرع (أ) عدة سنتيمترات ونعين حجم الهواء المحبوس $(V_{oL})_4$. وضغطه $P_4 = P_a - h$.

٦ - نكرر الخطوة السابقة مرة أخرى بتحريك الفرع (ب) لأسفل مسافة أخرى ونعين P_5 ، $(V_{oL})_5$.

٧ - نرسم العلاقة البيانية بين V على المحور الرأسى ومقلوب الضغط 1/P على المحور الأفقى .

V

1/P

⇐ **النتيجة** : العلاقة بينهما خط مستقيم

$$V_{oL} \propto \frac{1}{P}$$

• **قانون بويل** : « حجم مقدار معين من غاز يتناسب تناسبًا عكسيًا مع ضغطه عند ثبوت درجة حرارته » .

أى أن : $V = \frac{const.}{P}$

$$PV_{oL} = const.$$

أى أنه عند ثبوت درجة الحرارة يكون حاصل ضرب (PV) لكمية معينة من غاز مقداراً ثابتًا .

$$(V_{oL})_1 P_1 = (V_{oL})_2 P_2 \Rightarrow \frac{(V_{oL})_1}{(V_{oL})_2} = \frac{P_2}{P_1}$$

س: اذكر قانون بويل واشرح تجربة عملية لتحقيقه .

• أمثلة : (١) أنبوبة شعرية منتظمة المقطع من الزجاج بها شريط من الزئبق طوله 4 سم ، وضعت أفقيًا . وكان طول عمود الهواء المحبوس بها 20 سم . احسب طول عمود الهواء المحبوس فى الحالتين الآتيتين بفرض ثبوت درجة الحرارة :

(أ) إذا وضعت رأسيًا وفتحتها إلى أعلى .

(ب) إذا نكست بحيث أصبحت فتحتها إلى أسفل . علمًا بأن الضغط الجوى عندئذ = 76 سم زئبق .

الحل



∵ الأنبوبة منتظمة المقطع

∴ يتخذ طول عمود الهواء المحبوس مقياسًا لحجم .

• عندما تكون الأنبوبة أفقية :

ضغط الهواء المحبوس = الضغط الجوى = 76 سم زئبق .

• عندما تكون الأنبوبة رأسية وفتحتها إلى أعلى

ضغط الهواء المحبوس = الضغط الجوى + طول عمود الزئبق

$P_2 = 76 + 4 = 80$ سم زئبق

$\because \quad P_1(V_{oL})_1 = P_2(V_{oL})_2$

$76 \times 20 = 80 \times (V_{oL})_2$

$(V_{oL})_2 = \frac{76 \times 20}{80} = 19 \text{ cm}$

• عندما تكون الأنبوبة رأسية وفتحتها إلى أسفل

ضغط الهواء المحبوس = الضغط الجوى - طول عمود الزئبق

$P_3 = 76 - 4 = 72$ سم زئبق

$\because \quad P_1(V_{oL})_1 = P_3(V_{oL})_3$

$76 \times 20 = 72 \times (V_{oL})_3$

$(V_{oL})_3 = \frac{76 \times 20}{72} = 21.1 \text{ cm}$

(٢) خزان حجم 4 لتر يحتوى على غاز أكسجين فى (م.ض.د) . احسب حجم الأكسجين التى يجب ضخها فى الخزان لرفع الضغط إلى 5.065×10^6 نيوتن/م٢ بدون تغير درجة الحرارة ، علمًا بأن الضغط الجوى 1.013×10^5 نيوتن/م٢ .

الحل

$P_2 = 5.065 \times 10^6$ نيوتن/م٢ ، $P_1 = P_a = 1.013 \times 10^5$ نيوتن/م٢

$(V_{oL})_2 = 4$ لتر ، $(V_{oL})_1 = ??$

$$\because \quad P_1(V_{oL})_1 = P_2(V_{oL})_2$$

$$1.013 \times 10^5 \times (V_{oL})_1 = 5.665 \times 10^6 \times 4$$

$$(V_{oL})_1 = \frac{5.065 \times 10^6 \times 4}{1.013 \times 10^5} = 200 \text{ لتر}$$

حجم الأكسجين الواجب إضافة فى (م.ض.د) = 200 − 4 = 196 لتر

(٣) كتلة من غاز حجمها 600 سم٣ . أوجد حجمها إذا نقص ضغطها بمقدار الربع مع ثبوت درجة الحرارة .

الحل

$$(V_{oL})_1P_1 = (V_{oL})_2P_2 \quad \Rightarrow \quad 600 \times P = (V_{oL})_2 \times 3/4P$$

$$\therefore \quad (V_{oL})_2 = 800 \text{ cm}^3$$

• **ملحوظة** : عند خلط غازان فى إناء واحد تستخدم العلاقة الآتية :

$$P(V_{oL}) = (V_{oL})_2P_2 + (V_{oL})_1P_1$$

(الخليط) = (الغاز الثانى) + (الغاز الأول)

(٤) 50 لتر من النيتروجين تحت ضغط 4 سم زئبق خلطت مع 20 لتر من الأكسجين تحت ضغط (P) سم زئبق . داخل إناء مغلق سعته 5 لتر بحيث ظلت درجة حرارة الغازين ثابتة أثناء خلطهما . احسب ضغط الأكسجين (P) قبل الخلط علمًا بأن ضغط مخلوط الغازين 140 سم زئبق .

الحل

$$(V_{oL})_1P_1 + (V_{oL})_2P_2 = P(V_{oL})$$

$$50 \times 4 + 20 \times P_2 = 5 \times 140$$

$$200 + 20 P_2 = 5 \times 140$$

$$20 + 2 P_2 = 70$$

$$2 P_2 = 50 \quad \Rightarrow \quad P_2 = 25$$ سم زئبق

مسائل على قانون بويل

(١) إناء حجمه 600 سم³ به هواء ضغطه 100 سم زئبق وصل بإناء آخر حجمه 1800 سم³ به هواء ضغطه 25 سم زئبق . احسب الضغط داخل الوعائين بعد التوصيل .

[43.75 سم زئبق]

---

(٢) إناء مغلق الطرفين يحتوى على حاجز عند منتصفه وكان ضغط الغاز على جانبي الحاجز 80 سم زئبق . فإذا تحرك الحاجز إلى اليمين . بحيث قل حجم الجزء الأيمن إلى النصف فأوجد الفرق في الضغط على جانبى الحاجز .

[106.6 سم زئبق]

---

(٣) كمية من غاز حجمها 600 سم³ تحت ضغط 70 سم زئبق . احسب حجمها عند ضغط 90 سم زئبق فى نفس درجة الحرارة .

[466.7 سم³]

---

(٤) تشغل كمية من غاز الأمونيا حجما قدره 2.1 م³ تحت ضغط 10^5 نيوتن/م² . احسب حجم هذه الكمية تحت ضغط 0.84×10^5 نيوتن/م² مع ثبوت درجة الحرارة.

[$2.5 \ m^3$]

---

(٥) الأزهر (٩٦) : كميتان من غازين مختلفين الأولى حجمها 12 لتر وتحت ضغط 10 سم زئبق والثانية حجمها 16 لتر وتحت ضغط 15 سم زئبق مزجتا معًا فى إناء مقفل سعته 6 لتر . احسب ضغط الخليط بفرض ثبوت درجة الحرارة للغازين .

[60 سم ز]

(٦) كتلة من غاز حجمها 400 سم³ ، أوجد حجمها إذا نقص ضغطها بمقدار النصف مع ثبوت درجة الحرارة . [$800\ cm^3$]

---

(٧) ملئ بالون بالهواء حتى أصبح حجمه 228 سم³ وكان الضغط الجوى عندئذ 74 سم/زئبق ، فأوجد حجم البالون فى اليوم التالى حيث سجل البارومتر زيادة فى الضغط بمقدار 2 سم/ز بفرض عدم تغير درجة الحرارة . [$222\ cm^3$]

---

(٨) كتلة من غاز النيتروجين حجمها 400 سم³ تحت ضغط 75 سم/ز ، فاحسب حجمها إذا نقص الضغط الواقع عليها بمقدار 25 سم/ز . [$600\ cm^3$]

---

(٩) وضع بالون من المطاط به هواء محبوس حجمه 500 سم³ وتحت ضغط 2 جو فى إناء مكعب الشكل طول ضلعه 10 سم ، ثم احكم غلق الإناء . احسب الضغط النهائى داخل الإناء عند انفجار البالون بإهمال حجم المطاط وبفرض ثبوت درجة الحرارة . [1.5 atm]

---

(١٠) أنبوبة شعرية مقفل أحد طرفيها ، أدخل بها شريط رفيع من الزئبق طوله 8 سم فحبس عمود من الهواء طوله 15 سم عندما وضعت الأنبوبة أفقية ، ولما وضعت رأسيًا وفوهتها لأعلى أصبح طول عمود الهواء المحبوس 9 سم . فاحسب كم يصبح طول عمود الهواء المحبوس إذا نكست الأنبوبة ؟ [45 cm]

---

(١١) كمية من غاز حجمها 500 سم³ تحت ضغط 72 سم زئبق ، احسب حجمها تحت ضغط 96 سم زئبق عند ثبوت درجة الحرارة . [375 سم³]

---

(١٢) إناءان سعتاهما 4.5 لترًا ، 13.5 لترًا على الترتيب يتصلان ببعضهما بواسطة أنبوبة ذات صمام ، فإذا علمت أن الإناء الأول يحتوى على غاز ضغطه 20 سم زئبق ، وأن الإناء الثانى به كمية ضئيلة جدًا من غاز يمكن إهمالها ، فأوجد الضغط فى كلا الإناءين عند فتح الصمام . [5 سم زئبق]

(١٣) ملء بالون ضخم بغاز الهليوم حتى أصبح حجمه 900 م³ وكان مزوداً ببارومتر زئبقي قراءته 76سم ، أوجد أقصى ارتفاع يمكن أن يصل إليه البالون قبل أن ينفجر علماً بأن أقصى سعة له 1000 م³ وأن قراءة البارومتر تقل بمقدار ١ سم لكل ارتفاع البالون 100 متر عن سطح الأرض . [760 متر]

---

(١٤) في تجربة عملية لتحقيق قانون بويل سجلت النتائج الآتية :

الضغط P سم زئبق	25	50	75	100	125
الحجم V سم³	99.72	49.86	33.24	24.93	19.94

ارسم العلاقة البيانية بين الضغط (P) ممثلاً على المحور الرأسي ومقلوب الحجم $(\frac{1}{V})$ ممثلاً على المحور الأفقي .

---

(١٥) في تجربة لتحقيق قانون بويل أخذت النتائج الآتية :

P كيلو باسكال	500	750	1000	1250	1500	2000	2600
الحجم V سم³	0.45	0.30	0.225	0.18	0.15	0.125	0.1

المطلوب :

١ ـ ارسم علاقة بين P ، $(\frac{1}{V})$.

٢ ـ اذكر العلاقة التي تستنتجها من الرسم البياني .

٣ ـ استنتج مدى الضغط الذي يخضع فيه الغاز لقانون بويل .

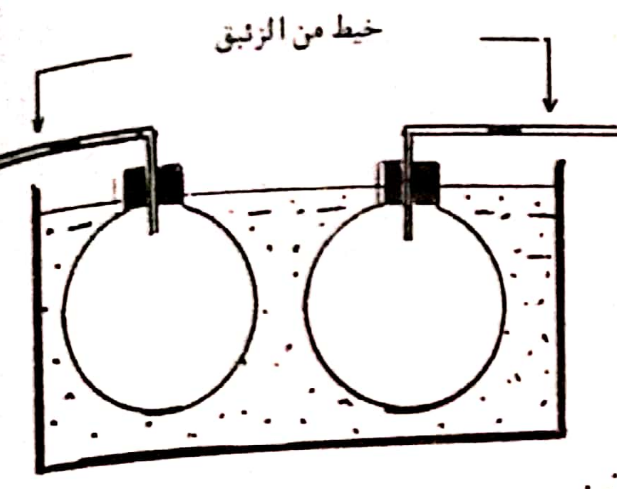
٤ ـ استنتج قيمة حجم الغاز عند ضغط 9×10^5 نيوتن/م² .

٥ ـ اذكر ثلاث خواص ثابتة أثناء التجربة .

٦ ـ ارسم الجهاز المستخدم لتحقيق القانون .

٧ ـ ما هي احتياطات التجربة ؟

أثر الحرارة فى حجم الغاز عند ثبوت ضغطه



* **تجربـة :** ١ ـ نحضـر دورقيـن متساوين فى الحجم تمامًا كما بالشكل أحدهما به غاز الأكسجين والآخر به ثانى أكسيد الكربون ونضعهما فى حوض به ماء .

٢ ـ نضيف إلى ماء الحوض ماء ساخن .

⇐ **الملاحظة :** خيط الزئبق يتحرك فى الأنبوبتين مسافتان متساويتان .

⇐ **الاستنتاج :** يتمدد الغازان المختلفان بكمية متساوية .

∴ الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تتمدد بمقادير متساوية إذا ارتفعت درجة حرارتها لنفس العدد مع ثبوت ضغطها .

مما يدل على أن جميع الغازات لها معامل تمدد حجمى واحد عند ثبوت الضغط .

س: اثبت بالتجربة أن جميع الغازات لها معامل تمدد حجمى واحد عند ثبوت الضغط.

* **معامل التمدد الحجمى لغاز تحت ضغط ثابت (α_v) :** هو مقدار الزيادة فى وحدة الحجوم من الغاز إذا ارتفعت درجة حرارته درجة واحدة سيلزيوس ابتداء من الصفر عند ثبوت الضغط .

* **العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت ضغطه (قانون شارل) :**

يتوقف مقدار الزيادة فى حجم غاز عند ثبوت ضغطه بارتفاع درجة حرارته على :

١ ـ الحجم الأصلى للغاز $(V_{oL})_0{}^\circ C$

$$\Delta V \propto (V_{oL})_0{}^\circ C$$

٢ ـ الارتفاع فى درجة الحرارة (Δt)

$$\Delta V \propto \Delta t$$

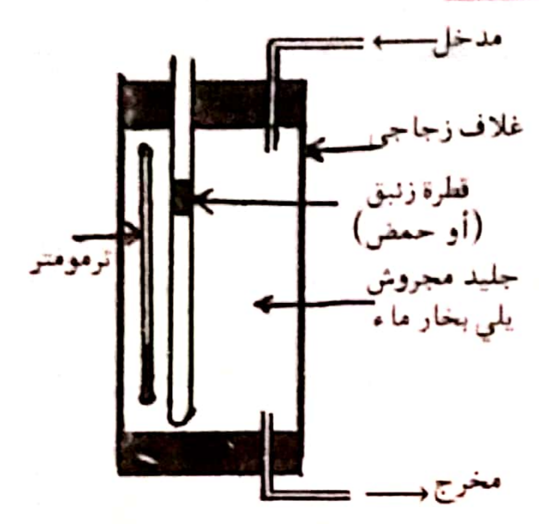
$$\Delta V = \alpha_v (V_{oL})_0{}^\circ C \, \Delta t$$

حيث α_v ثابت التناسب وهو معامل التمدد الحجمى للغاز تحت ضغط ثابت .

$$\alpha_v = \frac{\Delta V_{0L}}{(V_{0L})_{0^\circ C} \cdot \Delta t}$$

• تعين معامل التمدد الحجمى لغاز تحت ضغط ثابت :

الجهاز المستخدم :



١ - أنبوبة زجاجية طولها 30 سم وقطرها حوالى 1 مم مقفلة من أحد طرفيها .

٢ - قطرة من الزئبق (أو قطرة من حمض الكبريتيك المركز لامتصاص بخار الماء وتجفيف الهواء فى الأنبوبة) .

٣ - غلاف من الزجاج توضع الأنبوبة رأسيًا فيه .

شرح العمل :

١ - نملأ الغلاف بجليد مجروش آخذ فى الانصهار وننتظر فترة مناسبة حتى تصبح درجة حرارة الهواء داخل الأنبوبة صفر سيلزيوس .

٢ - نقيس طول عمود الهواء المحبوس ليكون مقياس على $(V_{0L})_{0^\circ C}$.

٣ - نفرغ الغلاف من الجليد ونمرر بخار ماء فى الغلاف من أعلى لأسفل وننتظر فترة حتى تصبح درجة حرارة الهواء بالأنبوبة °100 سيلزيوس ونقيس طول عمود الهواء فيدل على $(V_{0L})_{100^\circ C}$.

٤ - نعين معامل التمدد الحجمى عند ثبوت الضغط من العلاقة :

$$\alpha_v = \frac{(V_{0L})_{100^\circ C} - (V_{0L})_{0^\circ C}}{(V_{0L})_{0^\circ C} \times 100}$$

وقد وجد أن معامل التمدد الحجمى للهواء وجميع الغازات تحت ضغط ثابت له نفس القيمة = $\frac{1}{273}$ لكل درجة .

• **قانون شارل :**

« عند ثبوت الضغط يزداد حجم كمية معينة من غاز بمقدار $\frac{1}{273}$ من حجمها الأصلى عند صفر سيلزيوس لكل ارتفاع فى درجة الحرارة بمقدار درجة حرارة واحدة » .

• **ملحوظة** : لتعين معامل التمدد الحجمى لابد من بدأ التسخين من صفر سيلزيوس ، فى حالة عدم البدء من الصفر يستخدم القانون التالى :

$$\frac{(V_{0L})_1}{(V_{0L})_2} = \frac{1 + \alpha_v t_1}{1 + \alpha_v t_2}$$

• **مصر (٩١)** : (١) وضح برسم عليه البيانات فقط جهاز يمكن استخدامه لتعيين معامل التمدد الحجمى للهواء تحت ضغط ثابت .

(٢) اذكر الخطوات الرئيسية المستخدمة لذلك التعيين .

(٣) اذكر الاحتياطات الواجب مراعاتها .

(٤) اكتب القانون المستخدم فى التجربة .

(٥) ما قيمة معامل التمدد الحجمى للغاز تحت ضغط ثابت .

س : ما معنى أن $\alpha_v = \frac{1}{273}$ لأى غاز تحت ضغط ثابت .

• **مثال** : إذا كان حجم كمية من غاز عند 27° هو 50 سم٣ و حجمها عند 87° م هو 60 سم٣ عند ثبوت الضغط فاحسب من ذلك معامل التمدد الحجمى للغاز .

الحل

$$\frac{(V_{0L})_1}{(V_{0L})_2} = \frac{1 + \alpha_v t_1}{1 + \alpha_v t_2}$$

$$\frac{50}{60} = \frac{1 + 27\alpha_v}{1 + 87\alpha_v} \Rightarrow 6(1 + 27\alpha) = 5(1 + 87\alpha)$$

$$6 + 162\alpha_v = 5 + 435$$

$$1 = 273\alpha_v$$

$$\therefore \alpha_v = \frac{1}{273}$$

مسائل

(١٦) إذا كان طول عمود هوائى محبوس فى أنبوبة شعرية هو 50 سم عند درجة 27 سيلزيوس وطول العمود الهوائى فى نفس الأنبوبة 62 سم عند درجة 99 سيلزيوس ، احسب معامل التمدد الحجمى للهواء عند ثبوت الضغط .

[$\frac{1}{273}$]

---

(١٧) كمية من غاز حجمها 467.578 سم^3 عند درجة صفر سيلزيوس ، رفعت درجة حرارتها إلى 100° سيلزيوس . مع ثبوت ضغطها فأصبح حجمها 63.64 سم^3 .

احسب معامل زيادة حجم الغاز عند ثبوت ضغطه . [0.00366]

---

(١٨) كمية من غاز حجمها 15 لتر فى درجة 20 °C فإذا ارتفعت درجة حرارتها إلى 30 °C . فأصبح الحجم 15.512 لتر فى نفس الضغط . احسب من ذلك معامل التمدد الحجمى للغاز تحت ضغط ثابت . [$\alpha_v = 3.663 \times 10^{-3}$]

---

(١٩) كمية من غاز حجمها 40 سم^3 عند 100 سيلزيوس فإذا كان معامل التمدد الحجمى لغاز $\frac{1}{273}$ كلفن$^{-1}$. احسب حجم الغاز عند صفر سيلزيوس .

[29.276 سم^3]

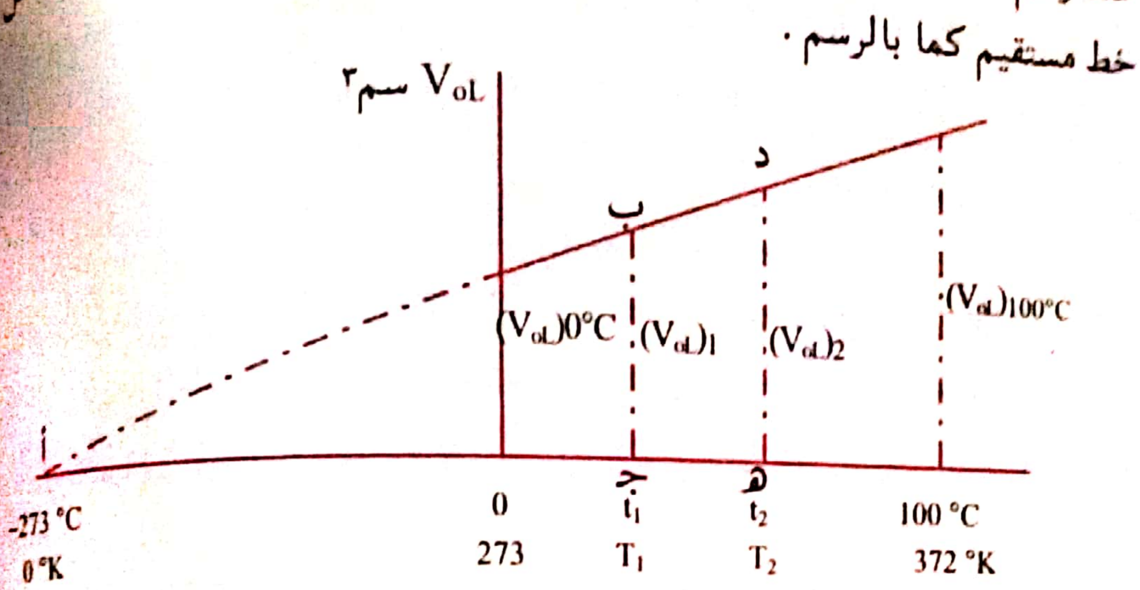
---

(٢٠) حجم مقدار معين من غاز فى درجة 22 سيلزيوس وتحت 74 سم زئبق هو 54.02 سم^3 ، وحجم هذا المقدار فى درجة صفر سيلزيوس وتحت ضغط 75 سم زئبق هو 49.3 سم^3 . احسب معامل تمدد هذا الغاز عند ثبوت ضغطه .

[0.003688]

• صورة أخرى لقانون شارل :

عند رسم علاقة بيانية بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت ضغطه : نحصل على خط مستقيم كما بالرسم .



عند مد الخط البيانى على استقامته فإنه يقطع محور درجات الحـــرارة عنـد (-273°) سيلزيوس وتسمى [صفر كلفن] .

• **صفر كلفن** : هى درجة الحرارة التى ينعدم عندها حجم الغاز (نظريًا) عند ثبوت ضغطه.

• العلاقة بين درجة الحرارة على تدريج كلفن وتدريج سيلزيوس :

$$T = t + 273$$

حيث T درجة الحرارة على تدريج كلفن ، t درجة الحرارة تدريج سيلزيوس .

• استنتاج قانون شارل :

من الرسم البيانى نلاحظ تشابه Δ Δ أ ب جـ ، أ د هـ

$$\therefore \frac{\text{د هـ}}{\text{هـ أ}} = \frac{\text{ب جـ}}{\text{جـ أ}}$$

لكن ب جـ = $(V_{oL})_1$ ، د هـ = $(V_{oL})_2$ ، هـ أ = T_2 ، جـ أ = T_1

$$\therefore \frac{(V_{oL})_1}{T_1} = \frac{(V_{oL})_2}{T_2}$$

$$\therefore V_{oL} \propto T \qquad \frac{V_{oL}}{T} = \text{const.}$$

• **قانون شارل** : عند ثبوت الضغط يتناسب حجم كمية معينة من غاز تناسبًا طرديًا مع درجة حرارته على تدريج كلفن .

• **مثال : الأزهر (٨٩)** : كمية من غاز فى درجة 17° سيلزيوس ، رفعت درجة حرارتها بمقدار 100° سيلزيوس مع بقاء ضغطها ثابتًا فزاد حجمها بمقدار 2.5 سم^٣ ، أوجد الحجم قبل التسخين .

الحل

نفرض حجم الغاز قبل التسخين $V = (V_{oL})_1$

نفرض حجم الغاز بعد التسخين $V + 2.5 = (V_{oL})_2$

$$T_2 = 290 + 100 = 390^\circ \qquad T_1 = 273 + 17 = 290^\circ \qquad \because \frac{(V_{oL})_1}{T_1} = \frac{(V_{oL})_2}{T_2}$$

$$\frac{V}{V + 2.5} = \frac{290}{390}$$

$$290\,V + 725 = 390\,V$$

$$725 = 100\,V \quad \Rightarrow \quad \therefore V = 7.25 \text{ cm}^3$$

مسائل

(٢١) أنبوبة شعرية زجاجية مسدودة من أحد طرفيها ، أدخل بها شريط من الزئبق ، ثم وضعت رأسية وفتحتها إلى أعلى فكان طول عمود الهواء المحبوس 14.5 سم عندما كانت درجة الحرارة 17° سيلزيوس . احسب درجة حرارة الحمام المائى الذى إذا وضعت فيه الأنبوبة وفتحتها إلى أعلى تحرك شريط الزئبق إلى أعلى مسافة قدرها 4.15 سم مع إهمال تمدد كل من الزئبق والزجاج .

[100° سيلزيوس]

(٢٢) إناء له مكبس عديم الاحتكاك يحبس حجمًا من الهواء قدره 1365 سم^٣ عند 0° سيلزيوس . سخن الإناء حتى اكتسب الهواء داخله درجة حرارة 100° سيلزيوس . احسب المسافة التى يتحركها المكبس إلى أعلى حتى يظل ضغط الهواء

المحبوس بنفس قيمته الأولى ، علمًا بأن مساحة المكبس 50 سم^2 ، وأن معامل التمدد الحجمي للغازات تحت ضغط ثابت = $\frac{1}{273}$. [10 سم]

(٢٣) سخنت كمية من غاز من درجة 27° سيلزيوس إلى 77° سيلزيوس مع ثبوت الضغط فزاد حجمها 2 سم^3 . أوجد حجمها الأصلي عند 27° سيلزيوس . [12 سم^3]

(٢٤) حجم كتلة معينة من غاز هو 500 سم^3 في 40° سيلزيوس . ما حجمها في (-80°) سيلزيوس عند ثبوت الضغط ؟ [308.3 سم^3]

(٢٥) 800 سم^3 من غاز نيتروجين في درجة 7° سيلزيوس فإذا رفعت درجة حرارتها 10° درجات . فكم يكون حجمها عند ثبوت الضغط ؟ [828.5 سم^3]

(٢٦) كمية من الهواء محبوسة في أنبوبة شعرية بواسطة خيط من الزئبق . فإذا كان طول عمود الهواء المحبوس 66 سم عند درجة 13 سيلزيوس فكم يكون درجة حرارته عندما يصبح طوله 75 سم . [52° سيلزيوس]

(٢٧) (مصر ١٩٩٣) : في تجربة عملية لتعيين حجم كتلة معينة من غاز جاف عند درجات حرارة مختلفة مع بقاء الضغط ثابتًا ـ تم الحصول على النتائج المبينة في الجدول الموضح .

الحجم V سم^3	7	7.6	8.2	8.6	8.8
درجة الحرارة (t) سيلزيوس	15	40	X	80	90

مثل هذه النتائج بيانيًا بحيث تكون درجة الحرارة على المحور الأفقي والحجم على المحور الرأسي : من الرسم البياني : أوجد كلاً مما يأتي :

١ ـ حجم الغاز عند صفر° سيلزيوس .

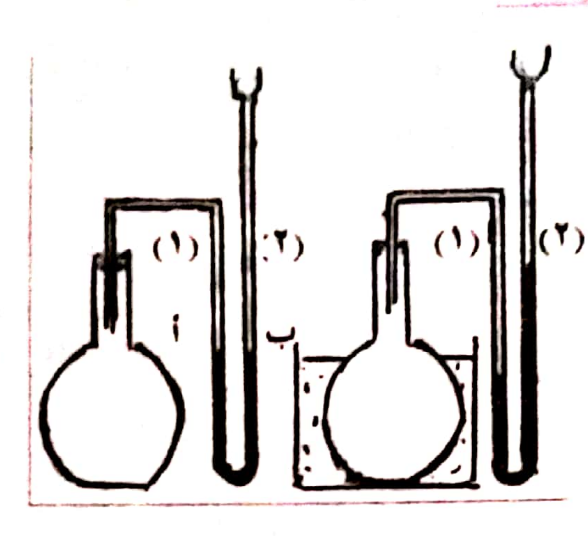
٢ ـ درجة الحرارة (X) المقابلة للحجم 8.2 سم^3 .

٣ ـ معامل التمدد الحجمي للغاز عند ثبوت الضغط .

٤ ـ درجة الحرارة التي ينعدم عندها حجم الغاز نظريًا .

[6.635 سم^3 ، 64.7° سيلزيوس ، $\frac{1}{273}$ ، -273° سيلزيوس]

• أثر الحرارة في ضغط الغاز عند ثبوت حجمه :



• تجربة : ١ ـ نحضر دورق يتصل به أنبوبة ذات شعبتين تحتوى على مقدار من الزئبق ، ونلاحظ أن سطح الزئبق متساوي في الفرعين .

ضغط الهواء المحبوس في الدورق = P_a عند درجة t^0

٢ ـ نغمر الدورق في حوض به ماء دافئ درجة حرارته $t^{\backprime}$ سيلزيوس .

⇐ نلاحظ : انخفاض سطح الزئبق في الفرع (١) وارتفاعه في الفرع (٢) .

٣ ـ نصب كمية من الزئبق في القمع حتى يعود سطح الزئبق في الفرع (١) إلى العلامة (أ) ليظل حجم الغاز ثابت .

⇐ نلاحظ : أن ارتفاع الزئبق في الفرع (٢) أكبر من الفرع (١) بمقدار h .

٤ ـ نكرر التجربة السابقة مع تغير الغاز في الدورق ، نجد أن مقدار الزيادة في الضغط لها نفس المقدار .

⇐ الاستنتاج : ١ ـ يزداد ضغط الغاز بارتفاع درجة الحرارة .

٢ ـ الضغوط المتساوية من الغازات المختلفة تزداد بمقادير متساوية إذا ارتفعت درجة حرارتها لنفس العدد مع ثبوت حجمها .

مما يدل على أن جميع الغازات لها معامل زيادة الضغط واحد عند ثبوت الحجم.

• معامل زيادة الضغط لغاز عند ثبوت حجم (β_P) : هو مقدار الزيادة في وحدة الضغط للغاز وهو في درجة صفر سيلزيوس إذا ارتفعت درجة الحرارة واحد درجة سيلزيوس مع ثبوت الحجم .

• العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت حجمه (قانون الضغط) :

يتوقف مقدار الزيادة في ضغط غاز عند ثبوت حجمه بارتفاع درجة حرارته على :

١ ـ الضغط الأصلي للغاز P_0 : $\Delta P \propto P_0$

٢ ـ الارتفاع في درجة الحرارة (Δt) : $\Delta P \propto \Delta t$

$$\therefore \ \Delta P = \beta_P \, . \, P_0 \, \Delta t$$

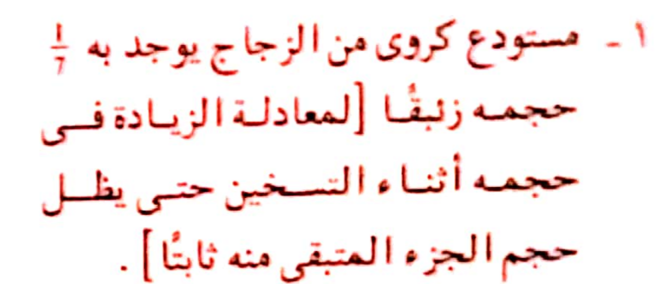
حيث β_P ثابت التناسب وهو معامل زيادة ضغط الغاز عند ثبوت حجمه .

$$\beta_P = \frac{\Delta P}{P_0 \, . \, \Delta t}$$

*** تعين معامل زيادة ضغط الغاز عند ثبوت حجمه :**

⇐ **الجهاز المستخدم:** يسمى جهاز جولى .

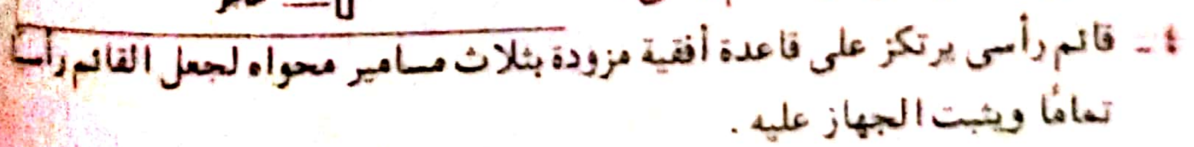
⇐ **تركيبه:**



١ ـ مستودع كروى من الزجاج يوجد به $\frac{1}{7}$ حجمه زئبقًا [لمعادلة الزيادة في حجمه أثناء التسخين حتى يظل حجم الجزء المتبقى منه ثابتًا] .

٢ ـ أنبوبة شعرية (أ) مثنية على شكل زاويتين قائمتين تتصل بالمستودع .

٣ ـ أنبوبة (ب) أكثر اتساعًا تتصل بالأنبوبة الشعرية (أ) بواسطة أنبوبة من المطاط وهى قابلة للحركة إلى أعلى وأسفل على طول قائم رأسى .



٤ ـ قائم رأسى يرتكز على قاعدة أفقية مزودة بثلاث مسامير محواه لجعل القائم رأسيًا تمامًا ويثبت الجهاز عليه .

⇐ **خطوات العمل :**

١ ـ نغمر المستودع فى إناء به جليد مجروش آخذ في الانصهار وننتظر فترة مناسبة

حتى تصبح درجة حرارة الهواء داخله صفر سيلزيوس ، ونحرك الأنبوبة (ب) لأعلى أو أسفل حتى يستقر سطح الزئبق فى الأنبوبة (أ) عند العلامة (M) ونقيس فرق ارتفاع الزئبق فى الأنبوبتين (أ) ، (ب) . فيكون :

$$P_0 = P_a + h$$

٢ - نسخن الإناء حتى يغلى الماء وننتظر مدة كافية حتى تصل درجة حرارة هواء المستودع 100° سيلزيوس ثم نحرك الأنبوبة (ب) إلى أعلى حتى يعود سطح الزئبق فى الأنبوبة (أ) إلى العلامة (M) ونقيس فرق ارتفاع الزئبق فى الفرعين h` ونقيس ضغط الغاز فى درجة 100° سيلزيوس :

$$P_{100} = P_a + h`$$

٣ - نحسب معامل زيادة الضغط عند ثبوت الحجم بالتعويض فى العلاقة :

$$\beta_P = \frac{P_{100} - P_0}{P_0 \cdot 100}$$

النتيجة :

معامل زيادة الضغط للهواء ولجميع الغازات له نفس القيمة = $\frac{1}{273}$ لكل درجة .

• قانون الضغط :

« عند ثبوت الحجم يزداد ضغط كمية معينة من غاز بمقدار $\frac{1}{273}$ من ضغطه فى صفر سيلزيوس لكل ارتفاع فى درجة الحرارة مقداره واحد درجة » .

س: كيف تثبت بالتجربة أن : (أ) زيادة ضغط الغاز بارتفاع درجة حرارته .

(ب) معامل زيادة الضغط عند ثبوت الحجم = $\frac{1}{273}$ للغازات .

س: ما هى الاحتياطات الواجب مراعاتها فى تجربة جولى ؟

• ملحوظة : لتعين معامل زيادة ضغط الغاز لابد من بدأ التسخين من صفر سيلزيوس ، فى حالة عدم البدء من الصفر يستخدم القانون التالى :

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{1 + \beta_P t_1}{1 + \beta_P t_2}$$

• **مثال :** فى تجربة جهاز جولى كان ضغط هواء المستودع يقل على الضغط الجوى 0.419 سم/زئبق فى درجة الصفر المئوى ويزيد بمقدار 26.9 سم/زئبق فى °100 م فاحسب من ذلك معامل زيادة ضغط الغاز عند ثبوت الحجم علمًا بأن الضغط الجوى وقت التجربة 75 سم/زئبق .

الحل

$P_0 = 75 - 0.419 = 74.581$ سم/زئبق

$P_{100} = 75 + 26.9 = 101.9$ سم/زئبق

$$\because \beta_P = \frac{P_{100} - P_0}{P_0 \times 100} = \frac{101.9 - 74.581}{74.581 \times 100} = \frac{1}{273} \text{ كلفن}^{-1}$$

مسائل

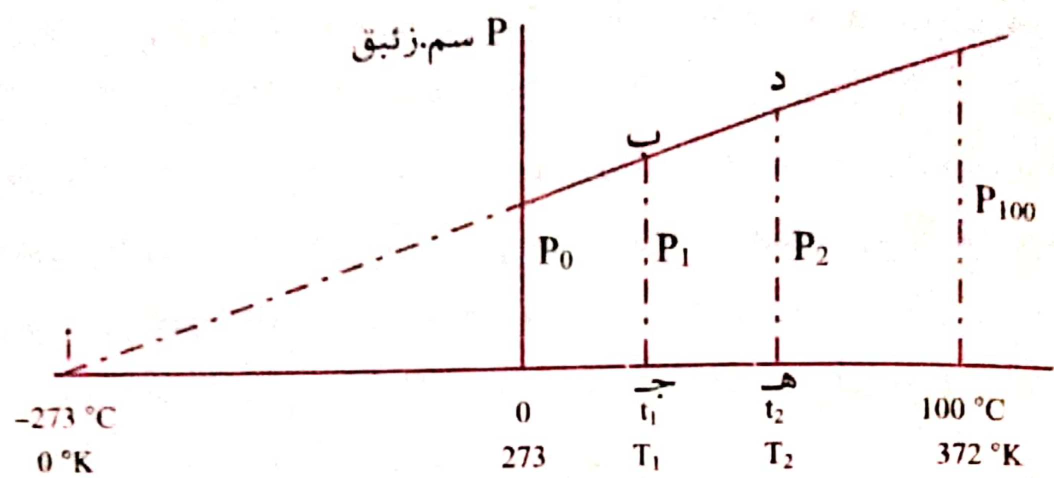
(٢٨) كمية من غاز ضغطها 76 سم زئبق ودرجة حرارتها °10 سيلزيوس ، رفعت درجة حرارتها إلى °60 سيلزيوس عند ثبوت الحجم فأصبح ضغطها 89.4 سم زئبق . احسب معامل زيادة ضغط الغاز عند ثبوت الحجم . [0.00366]

---

(٢٩) حجم مقدار معين من غاز فى درجة °22 سيلزيوس وتحت ضغط 74 سم زئبق هو 54.02 سم³ ، وحجم هذا المقدار فى درجة صفر سيلزيوس وتحت ضغط 75 سم زئبق هو 49.3 سم³ ، احسب معامل تمدد هذا الغاز عند ثبوت حجمه . [0.003688]

• صورة أخرى لقانون الضغط :

عند رسم علاقة بيانية بين ضغط الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت الحجم : نحصل على خط مستقيم كما بالرسم .



عند مد الخط البيانى على استقامته فإنه يقطع محور درجات الحرارة عند (-273°) سيلزيوس وتسمى (صفر كلفن) .

• **صفر كلفن** : هى درجة الحرارة التى ينعدم عندها ضغط الغاز (نظريًا) عند ثبوت الحجم .

• **استنتاج قانون الضغط :**

من الرسم البيانى نلاحظ تشابه Δ Δ أ ب جـ ، أ د هـ

∴ $\frac{\text{د هـ}}{\text{هـ أ}} = \frac{\text{ب جـ}}{\text{جـ أ}}$

لكن ب جـ = P_1 ، د هـ = P_2 ، هـ أ = T_2 ، جـ أ = T_1

$$\therefore \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\frac{P}{T} = \text{const.}$$

$$\therefore P \propto T$$

• **قانون الضغط** : عند ثبوت الحجم يتناسب ضغط كمية معينة من غاز تناسبًا طرديًا مع درجة حرارته على تدريج كلفن .

س: وضح بالرسم البيانى ما يلى:

١ - العلاقة بين حجم مقدار معين من غاز ودرجة حرارته عند ثبوت الضغط الواقع، ومن الرسم استنتج العلاقة الرياضية بينهما .

٢ - العلاقة بين ضغط مقدار معين من غاز ودرجة حرارته عند ثبوت حجمه ومن الرسم استنتج العلاقة الرياضية بينهما .

س: علل:

١ - يحتوى الانتفاخ الزجاجي في جهاز جولى على $\frac{1}{7}$ حجم زئبق .

٢ - يجب أن يكون انتفاخ جهاز جولى جافًا من الداخل .

٣ - فى تجربة جولى يلزم خفض الأنبوبة القابلة للحركة إلى أسفل قبل البدء فى تبريد الانتفاخ الزجاجي إلى صفر سيلزيوس .

• **مثال** : حفظت كمية من الهيدروجين فى غرفة بلاتينية ذات حجم ثابت وعندما غمرت الغرفة فى حمام من الجليد المنصهر كان ضغط الغاز 1×10^5 نيوتن/م^2 .

(أ) ما هى درجة الحرارة عندما تكون قراءة مانومتر الضغط 1×10^4 نيوتن/م^2 .

(ب) قراءة الضغط عندما تصل درجة حرارة الغرفة إلى $100\ °C$.

الحل

أولاً :

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\frac{1\times10^5}{0+273} = \frac{1\times10^4}{273+t} \Rightarrow 273 = 2730 + 10t$$

$$-2457 = 10t \Rightarrow \therefore t = -245.7\ °C$$

ثانيًا :

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\frac{1\times10^5}{0+273} = \frac{P_2}{100+273}$$

$$P_2 = \frac{10^5 \times 373}{273} = 1.366 \times 10^5$$ نيوتن/م^2

مسائل

(٣٠) لتر من غاز الأكسجين فى (م.ض.د) سخن إلى درجة حرارة 127° سيلزيوس أوجد مقدار الضغط الواقع عليه حتى يبقى حجمه ثابتًا دون تغير .

[1.4652 ضغط جوى]

(٣١) بالون أقصى سعة له 900 سم³ من الهواء فى درجة حرارة 27° سيلزيوس وقراءة البارومتر فى هذه اللحظة 75 سم زئبق رفعت درجة الحرارة بتعرضه لضوء الشمس إلى 57° سيلزيوس ، فكم يصير الضغط الواقع عليه حتى يبقى الحجم ثابت ؟

[82.5 سم زئبق]

(٣٢) إناء مقفل من الصلب به غاز مضغوط وضغطه 10 أمثال الضغط الجوى فى درجة 42 سيلزيوس ، وأقصى ضغط يتحمله هذا الإناء هو 20 ضغطًا جويًا . فما أقصى درجة حرارة يمكن أن نرفع إليها هذا الإناء قبل أن ينفجر ؟ (أهمل تمدد الإناء) .

[357 سيلزيوس]

(٣٣) غمر مستودع جهاز جولى فى سائل فى صفر سيلزيوس فكان سطح الزئبق فى الفرع المتصل بالمستودع أعلى منه فى الفرع الخالص بمقدار 10 سم ، ولما سخن السائل إلى 63° سيلزيوس صار الزئبق فى الفرع الخالص أعلى منه فى الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 5 سم ولما وصل السائل إلى درجة الغليان زاد هذا الارتفاع إلى 13.8 سم ، احسب درجة غليان هذا السائل علمًا بأن حجم الهواء ثابت فى المستودع .

[100 °C]

(٣٤) ملئ إناء زجاجى رقيق الجدران بهواء جاف تحت ضغط 75.3 سم زئبق ودرجة حرارة 22°- سيلزيوس . احسب درجة الحرارة التى يمكن رفع الإناء إليها دون أن ينفجر ، إذا علمت أن أقصى ضغط داخلى يمكن أن تحتمله جدران الإناء هو 114 سم زئبق .

[أقل من 107° سيلزيوس]

(٣٥) إناء مغلق مملوء بغاز ضغطه 90 سم زئبق ، ودرجة حرارته 87° سيلزيوس . كم يصبح ضغط الغاز إذا سخن الإناء وما يحتويه إلى 127° سيلزيوس (أهمل تمدد الإناء) .

[100 سم زئبق]

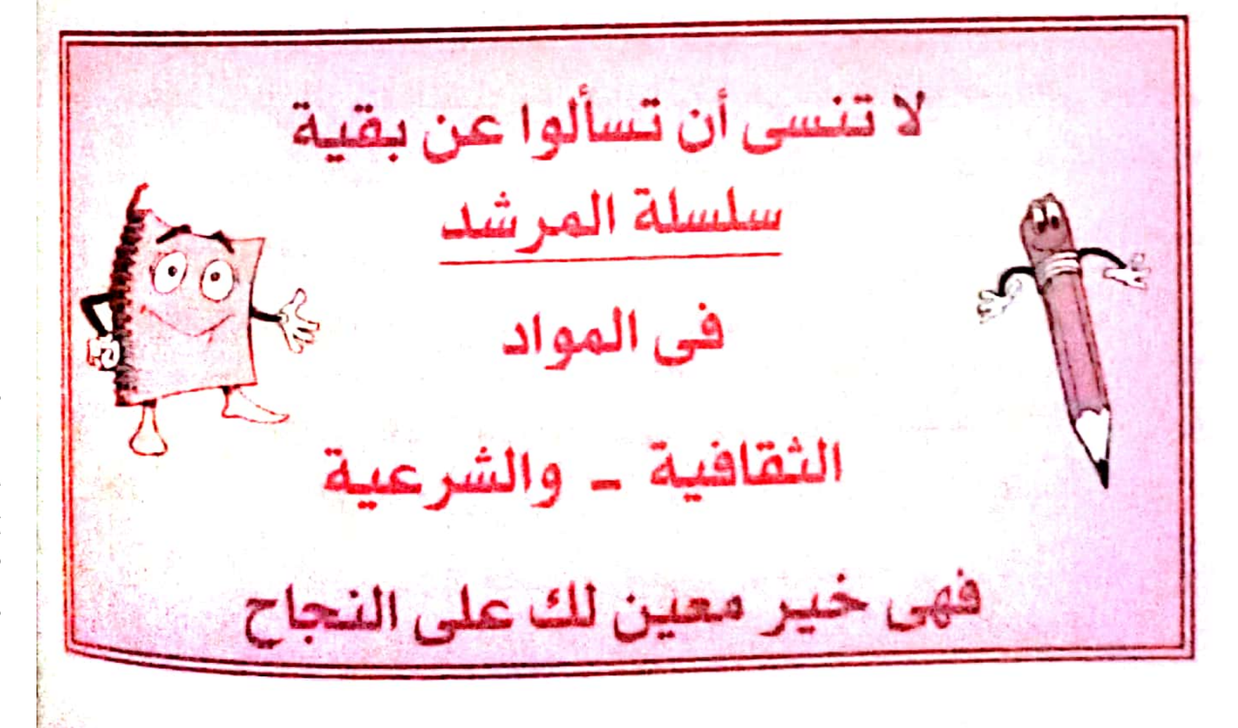
(٣٦) خزان من الصلب يحتوى على غاز ثانى أكسيد الكربون عند 0° سيلزيوس . وتحت ضغط 0.91×10^5 نيوتن/م² . احسب قيمة ضغط الغاز عندما يسخن الخزان إلى 99° سيلزيوس مع إهمال تمدد الصلب .

[1.24×10^5 نيوتن/م²]

(٣٧) مصر ١٩٨٩ : أجريت تجربة لدراسة تغير ضغط كتلة معينة من غاز مع درجة حرارة عند ثبوت الحجم فكانت النتائج كالآتى :

درجة الحرارة (سيلزيوس)	0	20	40	60	80	100
الضغط (ملليمتر زئبق)	760	815	870	930	980	1040

مثّل هذه النتائج بيانيًا ومنه أوجد قيمة درجة صفر كلفن . ثم اذكر تعريفه - قيمة معامل زيادة ضغط الغاز عند ثبوت حجمه .



القانون العام للغازات

هو علاقة تربط بين المتغيرات الثلاث لأى غاز وهى حجمه V_{OL} ، وضغطه P ، ودرجة حرارته T .

• **استنتاجه :**

ـ من قانون بويل : $V_{OL} \propto \frac{1}{P}$ عند ثبوت درجة الحرارة

ـ من قانون شارل : $V_{OL} \propto T$ عند ثبوت الضغط

$$\therefore V_{OL} \propto \frac{T}{P}$$

$$V_{OL} = \text{cosnt.} \times \frac{T}{P}$$

$$\frac{PV_{OL}}{T} = \text{const.}$$

إذا تغير الضغط إلى P_2 ، ودرجة الحرارة المطلقة إلى T_2 ، يتغير الحجم إلى $(V_{OL})_2$

يظل المقدار $\frac{P_2(V_{OL})_2}{T_2}$ له نفس القيمة .

$$\frac{P_1(V_{OL})_1}{T_1} = \frac{P_2(V_{OL})_2}{T_2}$$

• **تعريف القانون العام للغازات :** حاصل ضرب حجم كمية معينة من غاز فى ضغطها مقسومًا على درجة حرارتها على تدريج كلفن يساوى مقدار ثابت .

• **مثال :** بالون رقيق من المطاط أقصى سعة له 2400 سم³ . أدخلت فيه كمية من غاز تحت ضغط 70 سم زئبق ، ودرجة حرارته 27 سيلزيوس فكان حجم البالون 1600 سم³ ، فإذا وضع هذا البالون تحت ناقوس مخلخلة هواء وخفض الضغط إلى 50 سم زئبق ، ورفعت درجة الحرارة إلى 67° سيلزيوس ، فهل سينفجر البالون ؟

الحل

$P_1 = 70$ سم زئبق ، $T_1 = 27 + 273 = 300° K$ ، $(V_{OL})_1 = 1600\ cm^3$

$P_2 = 50$ سم زئبق ، $T_2 = 67 + 273 = 340° K$ ، $(V_{OL})_2 = ????$

$$\frac{P_1(V_{OL})_1}{T_1} = \frac{P_2(V_{OL})_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1600 \times 70}{300} = \frac{50 \times (V_{OL})_2}{340}$$

$$(V_{OL})_2 = \frac{1600 \times 70 \times 340}{300 \times 50} = 2538.66\ cm^3$$

∴ ينفجر البالون لأن حجم الغاز أكبر من أقصى سعة له .

مسائل

(٣٨) أنبوبة شعرية به خيط من الزئبق طوله 1 سم يحبس كمية من الهواء طولها 10 سم وذلك عند درجة 107 سيلزيوس عندما كانت رأسية وفوهتها إلى أعلى. نكست الأنبوبة رأسيًا وفوهتها إلى أسفل فى جو درجة حرارته 23° سيلزيوس. فأصبح طول عمود الهواء المحبوس 8 سم . احسب من ذلك الضغط الجوى .

[75 سم زئبق]

(٣٩) يحتوى منطاد على 3000 م³ من غاز الهيدروجين وهو عند سطح البحر حيث الضغط الجوى 75 سم زئبق ، ودرجة الحرارة 27° سيلزيوس . ما حجم هذا الغاز عندما يصعد المنطاد إلى علو يبلغ فيه الضغط الجوى 15 سم زئبق ودرجة حرارة = -53° سيلزيوس .

[11×10^3 م³]

(٤٠) كتلة معينة من غاز تشغل حجمًا قدره 250 سم³ عند 127° سيلزيوس وتحت ضغط 75 سم ز . احسب حجم هذه الكتلة عند درجة -32° سيلزيوس وتحت ضغط 225 سم ز .

[50.2 سم³]

(٤١) بالون رقيق من المطاط أقصى سعة له 1500 سم³ . أدخلت فيه كمية من غاز تحت ضغط 75 سم زئبق ودرجة حرارة 27° سيلزيوس ، فكان حجم البالون 1200 سم³ . فإذا وضع هذا البالون تحت ناقوس مخلخلة هواء وخفض الضغط إلى 50 سم زئبق ورفعت درجة الحرارة إلى 127° سيلزيوس . فهل ينفجر البالون ؟ ولماذا ؟

(٤٢) كمية من غاز تشغل حجمًا قدره 400 سم³ عند 27° سيلزيوس وتحت ضغط 75 سم زئبق . احسب حجم هذا الغاز عند صفر سيلزيوس وتحت ضغط 91 سم زئبق .

[300 سم³]

(٤٣) بالون أقصى سعة له 1 لتر به 900 سم³ من غاز تحت ضغط 76 سم زئبق وحرارته 7° سيلزيوس ، نقل إلى مكان الضغط به 72 سم زئبق ودرجة حرارته 37° سيلزيوس . فهل ينفجر البالون أم لا . [ينفجر ، $1051.78\ cm^3$]

(٤٤) فقاعة هوائية في قاع بحيرة عمقها 20 متر ودرجة حرارة الماء عندها 7° سيلزيوس ، ارتفعت إلى سطح الماء فأصبح حجمها 10 سم³ . فكم حجمها عند القاع علمًا بأن درجة حرارة سطح الماء 17° سيلزيوس .
علمًا بأن : $P_a = 1.013 \times 10^5$ نيوتن/م² . [$3.29\ cm^3$]

(٤٥) كتلة معينة من غاز تشغل حجمًا قدره 500 سم³ في (م.ض.د) إذا ارتفعت درجة حرارتها إلى 100° سيلزيوس وتغير ضغطها إلى 100 سم زئبق . فما حجمها تحت هذه الظروف ؟ [519.19 سم³]

(٤٦) لتر واحد من غاز معين تحت ضغط 10^5 نيوتن/م² ، ودرجة حرارة -23° سيلزيوس . احسب قيمة الضغط الذي يلزم أن يؤثر على هذا الغاز حتى يصبح حجمه نصف لتر عندما ترتفع درجة حرارته إلى 47° سيلزيوس . [2.56×10^5 نيوتن/م²]

(٤٧) 6 لترات من الهواء تحت الضغط المعتاد وفي 20° قد ضغطت إلى لترين مع ارتفاع في الحرارة إلى 30° . ما هو الضغط النهائي للهواء ؟ [$3.1\ P_a$]

(٤٨) جرام واحد من غاز في درجة 27° سيلزيوس ، خفض ضغطه إلى النصف ثم برد فعاد لحجمه الأصلي . ما درجة حرارته النهائية ؟ [-123° سيلزيوس]

(٤٩) إذا كان حجم مقدار معين من الغاز يساوي 750 سم³ ودرجة حرارته 39° سيلزيوس ، وتحت ضغط 720 تور . فما مقدار ضغطه إذا أصبح حجمه 900 سم³ ودرجة حرارته 13° سيلزيوس ؟ [550 تور]

(٥٠) فقاعة من الهواء حجمها 1 سم³ في قاع بحيرة كثافة مائها 1020 كجم/م³ ودرجة حرارة ماء القاع 7 سيلزيوس . ارتفعت الفقاعة إلى سطح البحيرة حيث درجة حرارة الهواء 27° سيلزيوس والضغط الجوي 1.013×10^5 نيوتن/م² فأصبح حجمها 3 سم³ . احسب من ذلك عمق ماء البحيرة علمًا بأن عجلة السقوط الحر 9.8 م/ث² . [18.24 متر]

(٥١) فقاعة هوائية في قاع بحيرة عمقها 13.6 m ودرجة الحرارة $-4\ ^{\circ}C$ ارتفعت إلى سطح الماء حيث درجة الحرارة $31.7\ ^{\circ}C$ فكان الحجم $7.7\ cm^3$. فكم كان الحجم عند قاع البحيرة ؟ [$3.0228\ cm^3$]

---

(٥٢) فقاعة هوائية في قاع بحيرة عمقها 20 متر ، ودرجة حرارة الماء عندها 7° سيلزيوس ، ارتفعت إلى سطح الماء ، فأصبح حجمها 10 سم^٣ ، فكم يكون حجمها عند القاع علمًا بأن درجة حرارة سطح الماء 17° سيلزيوس ، علمًا بأن كثافة الماء = 1000 كجم/م^٣ ، والضغط الجوى 1.013×10^5 نيوتن/م^٢ .

[$3.29\ cm^3$]

---

(٥٣) كمية من غاز تشغل حجمًا مقداره 800 سم^٣ تحت ضغط 76 سم.زئبق ودرجة حرارة 27° سيلزيوس ، احسب حجم هذه الكمية تحت ضغط 0.5065×10^5 نيوتن/م^٢ ودرجة حرارة 127° سيلزيوس ، علمًا بأن كثافة الزئبق 13600 كجم/م^٣ ، وعجلة الجاذبية الأرضية 9.8 م/ث^٢ . [$2133.18\ cm^3$]

---

(٥٤) بالون رقيق أقصى سعة له 500 سم^٣ ، أدخلت فيه كمية من غاز عند ضغط 76 سم.زئبق ودرجة حرارة 7° سيلزيوس ، فأصبح حجم البالون 450 سم^٣ ثم وضع بعد ذلك تحت ناقوس مخلخلة الهواء وخفض الضغط إلى 72 سم.زئبق مع درجة الحرارة إلى 25° سيلزيوس ، فهل ينفجر البالون ؟

[$(V_{ol})_2 = 505.5$ ، ينفجر البالون]

---

(٥٥) فقاعة هوائية نصف قطرها 1 سم عند قاع بحيرة حيث درجة الحرارة 7° سيلزيوس ارتفعت إلى سطح البحيرة فأصبح نصف قطرها 1.5 سم ، أوجد درجة حرارة سطح البحيرة علمًا بأن عمق البحيرة 23 مترًا وكثافة ماء البحيرة = 10^3 كجم/م^٣ ، وعجلة الجاذبية = 9.8 م/ث^٢ ، والضغط الجوى = 10^5 نيوتن/م^٢ . [17° سيلزيوس]

---

(٥٦) غاز مثالي يشغل حجمًا $2\ cm^3$ عندما كان الضغط 137 ضغط جوى ودرجة الحرارة $27^{\circ}C$ ، ما الحجم الذي يشغله هذا الغاز عندما يكون ضغطه واحد ضغط جوى ودرجة حرارته $50^{\circ}C$ ؟ [$295\ cm^3$]

(٥٧) مكبس في آلة ديزل يحبس كمية من الغاز عند 27° سيلزيوس ، وتحت ضغط 74 سم.زئبق ، احسب الحجم النهائي إذا ارتفعت درجة حرارته إلى 547° سيلزيوس وزاد ضغطه إلى 3700 سم.زئبق . [$0.5466\,(V_{OL})_1$]

صور أخرى للقانون العام للغازات

(أ) في حالة خلط الغازات في إناء واحد :

$$\frac{P_1 (V_{OL})_1}{T_1} + \frac{P_2 (V_{OL})_2}{T_2} = \frac{(V_{OL}) P}{T}$$

• **مثال :** خلط 160 سم³ من غاز نيتروجين ضغطها 70 سم زئبق ودرجة حرارته 7° سيلزيوس مع 200 سم³ من الأكسجين ضغطها 80 سم زئبق ودرجة حرارته 27° سيلزيوس في إناء حجمه 300 سم³ ودرجة حرارته 17° سيلزيوس . احسب ضغط الخليط .

الحل

$(V_{oL})_1 = 160\ cm^3$, $(V_{oL})_2 = 200\ cm^3$, $(V_{oL}) = 300\ cm^3$

$P_1 = 70$ سم زئبق , $P_2 = 80$ سم زئبق , $P = ??$

$T_1 = 7 + 273 = 280\ °k$, $T_2 = 27 + 273 = 300\ °K$, $T = 17 + 273 = 290\ °K$

$$\frac{P_1 (V_{OL})_1}{T_1} + \frac{P_2 (V_{OL})_2}{T_2} = \frac{(V_{OL}) P}{T}$$

$$\frac{160 \times 70}{280} + \frac{200 \times 80}{300} = \frac{300 \times P}{290}$$

$$40 + 53.33 = \frac{300\,P}{290} \Rightarrow 93.33 = \frac{300\,P}{290}$$

$$P = \frac{93.33 \times 29}{30} = 90.22$$ سم زئبق

مسائل

(٥٨) خلطت 8 لترات من الأكسجين ضغطها 75 سم زئبق ، مع 16 لتر من الأيدوجين ضغطها 76 سم زئبق ، وكان الجميع في درجة 27° سيلزيوس ، أوجد ضغط المخلوط عندما يكون حجمه 20 لترًا ودرجة حرارته 30° سيلزيوس .

[91.707 سم زئبق]

---

(٥٩) إناء مقفل سعته 60 سم٣ يحوى خليطًا من غاز الأكسجين والأزوت في درجة 27° سيلزيوس ، والضغط فيه 86 سم زئبق . فإذا علم أن الأكسجين قد جمع تحت ضغط 48.5 سم زئبق ، وفي درجة 18° سيلزيوس ، وكان حجمه عندئذ 54 سم٣ ، فما هو الضغط الناشئ عن الأزوت وحده في الإناء ؟

[41 سم زئبق]

---

(٦٠) خلطت 8 لترات من غاز النيتروجين ضغطها 76 سم.زئبق في 31° سيلزيوس مع 12 لترًا أخرى من الهيدروجين ضغطها 75 سم.زئبق ودرجة حرارتها 27° سيلزيوس . أوجد حجم الخليط إذا أصبح ضغطه 80 سم.زئبق ودرجة حرارته 47° سيلزيوس .

[20 لتر]

---

(٦١) خلطت كمية من غاز حجمها 10 سم٣ وضغطها 75 سم.زئبق ودرجة حرارتها 27° سيلزيوس مع كمية من غاز آخر حجمها 20 سم٣ وضغطها 50 سم.زئبق في درجة 127° سيلزيوس وذلك في إناء سعته 25 سم٣ ثم خفضت درجة حرارة الخليط إلى 23°- سيلزيوس ، أوجد الضغط الكلى داخل الإناء . [50 سم.زئبق]

---

(٢) عند اتصال غازين في انتفاخين منفصلين تصلهما أنبوبة مهملة الحجم

الضغط للخليط = مجموع ضغوط الغازات

$$\frac{P_1 (V_{0L})_1}{T_1} + \frac{P_2 (V_{0L})_2}{T_2} = \frac{(V_{0L})_1 P}{T_1} + \frac{(V_{0L})_2 P}{T_2}$$

• **مثال : (السودان ٩٣)** :انتفاخان زجاجيان أ ، ب حجمهما 600 سم٣ ، 300 سم٣ على الترتيب ويتصلان بأنبوبة شعرية قصيرة الطول ، وأحكم الاتصال باحتواء هواء جاف

تحت ضغط يعادل 76 سم زئبق عند 27° سيليزيوس . احسب ضغط الهواء المحبوس عندما تزداد درجة حرارة الانتفاخ الأكبر بمقدار 100° سيليزيوس بينما تظل درجة حرارة الانتفاخ الأصغر عند 27° سيليزيوس .

الحل

$(V_{0L})_1 = 600\ cm^3$, $(V_{0L})_2 = 300\ cm^3$, $T_1' = 400\ °K$

$P_1 = 76$ سم زئبق , $P_2 = 76$ سم زئبق , $T_2' = 300\ °K$

$T_1 = 27 + 273 = 300\ °K$, $T_2 = 27 + 273 = 300\ °K$, $P = ??$

$$\frac{P_1 (V_{0L})_1}{T_1} + \frac{P_2 (V_{0L})_2}{T_2} = \frac{(V_{0L})_1 P}{T_1'} + \frac{(V_{0L})_2 P}{T_2'}$$

$$\frac{600 \times 76}{300} + \frac{300 \times 76}{300} = \frac{600 \times P}{400} + \frac{300 \times P}{300}$$

$$152 + 76 = 1.5\ P + P$$

$$228 = 2.5\ P$$

$$P = \frac{228}{2.5} = 91.2$$ سم زئبق

مسائل

(٦٢) انتفاخان زجاجيان A ، B حجماهما 200 ، 500 سم³ يتصلان بأنبوبة شعرية قصيرة الطول ، واحكم الاتصال باحتواء هواء جاف تحت ضغط 76 سم زئبق فى درجة 27° . احسب ضغط الهواء المحبوس عندما يسخن الأكبر إلى 127° سيلزيوس ويظل الثانى عند 27° سيلزيوس . [92.5 سم زئبق]

---

(٦٣) مستودعان (أ) ، (ب) حجماهما على الترتيب 25 سم³ ، 40 سم³ يتصلان بأنبوبة ضيقة حجمها مهمل لها صنبور يتحكم فى فصل المستودعين عن بعضهما . قيس ضغط الغاز فى (أ) فكان 2 ضغط جوى ودرجة حرارته 27° سيلزيوس . وقيس ضغط الغاز فى (ب) فكان 3 ضغط جوى . درجة حرارته 47° سيلزيوس . احسب ضغط الخليط من الغازين عندما يفتح الصنبور بينهما وتصبح درجة حرارة الخليط 52° سيلزيوس . [2.7 ضغط جوى]

(٦٤) مستودعان للغاز (أ) ، (ب) حجمهما على الترتيب 20 م^٣ ، 42 م^٣ يتصلان بأنبوبة ضيقة يمكن إهمال حجمها ، لها صنبور يتحكم فى فصل الغاز فى (أ) عن الغاز فى (ب) . قيس ضغط الغاز المحبوس فى (أ) فكان 3 ضغط جوى عندما كانت درجة الحرارة °27 سيلزيوس . كما قيس ضغط الغاز فى (ب) فكان 2 ضغط جوى عندما كانت درجة حرارته °47 سيلزيوس . احسب ضغط الخليط من الغازين عندما يفتح الصنبور بينهما وتعدل درجة حرارتهما إلى °37 سيلزيوس . [2.313 ضغط جوى]

(٦٥) إناءان (A) حجمه 100 سم^٣ ، (B) حجمه 50 سم^٣ يتصلان معًا بأنبوبة رفيعة مهملة الحجم ملئ الإناء (A) فغاز مثالى فى °10 سيلزيوس وضغط 3×10^5 نيوتن/م^٢ ، ملئ الإناء (B) بغاز مثالى فى °100 سيلزيوس وضغط 10^5 نيوتن/م^٢ . احسب الضغط عند فتح الصنبور بينها وحدوث الاتزان بفرض أن درجة الحرارة فى (A) ، (B) أصبحت °100 سيلزيوس . $[2.45 \times 10^5\ N.m^{-2}]$

(٣) العلاقة بين كثافة الغاز (ρ) وضغطه (P) ودرجة حرارته (T) بفرض أن كتلة الغاز ثابتة (m) :

$$\because \frac{(V_{OL})_1 P_1}{T_1} = \frac{(V_{OL})_2 P_2}{T_2} \qquad \because (V_{OL}) = \frac{m}{\rho}$$

∵ كتلة m ثابتة :

$$\therefore \frac{m\ P_2}{\rho_2 \times T_2} = \frac{m\ P_1}{\rho_1 \times T_1}$$

$$\therefore \frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2}$$

• **مثال :** إذا علمت أن كثافة غاز النيتروجين فى (م.ض.د) هى 124 كجم/م^٣ . عين كثافة النيتروجين عند °99 سيلزيوس وتحت ضغط 114 سم زئبق .

الحل

$\rho_1 = 124$ كجم/م^٣ ، $\rho_2 = ??$

$P_1 = 76$ سم زئبق ، $P_2 = 114$ سم زئبق

$T_1 = 273° K$ ، $T_2 = 273 + 99 = 372° K$

$$\because \frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2} \Rightarrow \frac{76}{124 \times 273} = \frac{114}{\rho_2 \times 372}$$

$$\therefore \rho_2 = \frac{124 \times 273 \times 114}{76 \times 372} = 136.5$$ كجم/م

مسائل

(٦٦) إذا كانت كثافة غاز النيتروجين (م.ض.د) هى 1.25 كجم/م^3 . فعين كثافته عند درجة حرارة 42° سيلزيوس وتحت ضغط 0.97×10^5 نيوتن/م^2 .

[$1.037\ kg/m^3$]

(٦٧) إذا كانت كثافة الهواء فى درجة الصفر المئوى 0.001293 جم لكل سم^3 فأوجد كتلة الهواء الموجود فى دورق زجاجى سعته 5 لتر فى درجة 110° سيلزيوس . مع إهمال تمدد الإناء .

[4.608 جم]

(٦٨) إذا كان اللتر من الهواء فى معدل الضغط ودرجة الحرارة يزن 1.292 جم . ما هى الدرجة التى فيها يزن 1.152 جم تحت ضغط 756 مم.زئبق ؟

[31.57° سيلزيوس]

(٦٩) إذا كانت النسبة بين كثافة الهواء عند قاع جبل إلى كثافته عند قمة الجبل 1 : 0.97 ، وكانت النسبة بين ضغط الهواء عند قمة الجبل وضغطه عند القاع هى 0.91 : 1 . أوجد درجة الحرارة عند قمة الجبل إذا كانت درجة الحرارة عند القاع 30° سيلزيوس .

[11.26° سيلزيوس]

(٧٠) إذا كانت كثافة الهواء عند 15 °C وتحت ضغط 78 سم زئبق هو 0.001255 gm/cm^3 ، فما كثافته فى [S.T.P.] ؟

[$0.00129\ gm/cm^3$]

تذكر

• **التعاريف :**

⇐ **قانون بويل** : يتناسب حجم مقدار معين من غاز تناسبًا عكسيًا مع ضغطه عند ثبوت درجة حرارته .

⇐ **قانون شارل :**

الصيغة الأولى : عند ثبوت الضغط يزداد حجم كمية معينة من غاز بمقدار $\frac{1}{273}$ من حجمها الأصلى عند صفر سيلزيوس لكل ارتفاع فى درجة حرارتها مقداره درجة واحدة.

الصيغة الثانية : عند ثبوت الضغط يتناسب حجم كمية معينة من غاز تناسبًا طرديًا مع درجة حرارته على تدريج كلفن .

⇐ **معامل التمدد الحجمى لغاز عند ثبوت ضغطه α_v** : هو مقدار الزيادة فى وحدة الحجوم من الغاز وهو عند صفر سيلزيوس إذا رفعت درجة حرارتها واحد درجة سيلزيوس عند ثبوت الضغط .

⇐ **قانون الضغط :**

الصيغة الأولى : عند ثبوت الحجم يزداد ضغط كمية معينة من غاز بمقدار $\frac{1}{273}$ من ضغطها

عند صفر سيلزيوس لكل ارتفاع فى درجة حرارتها مقداره درجة واحدة .

الصيغة الثانية : عند ثبوت الحجم يتناسب ضغط كمية معينة من غاز تناسبًا طرديًا مع درجة حرارته على تدريج كلفن .

⇐ **معامل زيادة ضغط الغاز عند ثبوت حجمه β_P** : هو مقدار الزيادة فى وحدة الضغوط للغاز وهو عند صفر سيلزيوس إذا رفعت درجة حرارتها واحد درجة سيلزيوس عند ثبوت الحجم .

⇐ **القانون العام للغازات :** حاصل ضرب حجم كتلة معينة من غاز فى ضغطها مقسومًا على درجة حرارتها على تدريج كلفن يساوى مقدارًا ثابتًا .

• **القوانين :**

⇐ **قانون بويل** $P_1 (V_{OL})_1 = P_2 (V_{OL})_2$ عند ثبوت درجة الحرارة

⇐ **معامل التمدد الحجمى لغاز تحت ضغط ثابت α :**

$$\frac{(V_{OL})_1}{(V_{OL})_2} = \frac{1 + \alpha_v t_1}{1 + \alpha_v t_2}$$

$$\alpha_v = \frac{(V_{OL})_{t°C} - (V_{OL})_{0°C}}{(V_{OL})_{°C0}\ \Delta t}$$

⇐ **قانون شارل :** $\frac{(V_{OL})_1}{(V_{OL})_2} = \frac{T_1}{T_2}$ عند ثبوت الضغط

⇐ **معامل زيادة ضغط الغاز تحت حجم ثابت β_P :**

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{1 + \beta_p t_1}{1 + \beta_p t_2}$$

$$\beta_p = \frac{P_t - P_0}{P_0\ \Delta t}$$

⇐ **قانون الضغط :** $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$ عند ثبوت الحجم

⇐ **القانون العام للغازات :** $\frac{P'(V_{OL})'}{T'} = \frac{P(V_{OL})}{T}$

⇐ **معادلة الحال للغاز :**

• فى حالة مول من الغاز $P(V_{OL}) = RT$

• فى حالة ما تكون كمية الغاز ≠ واحد مول $P(V_{OL}) = nRT$

حيث n عدد المولات .

• التعليلات :

(١) معامل التمدد الحجمى تحت ضغط ثابت متساوى لجميع الغازات .

لأن الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تتمدد بمقادير متساوية عند رفع درجة حرارتها مقادير متساوية تحت ضغط ثابت .

(٢) الغازات قابلة للانضغاط .

لأن المسافات الجزيئية كبيرة نسبيًا فى حالة الغازات لذلك عند الضغط عليها تقترب من بعضها ويقل الحجم .

(٣) يوضع داخل انتفاخ جهاز جولى $\frac{1}{7}$ حجم زئبق .

لكى يعادل تمدد الزئبق تمدد الانتفاخ الزجاجى فيظل حجم الهواء داخل الانتفاخ ثابت .

(٤) عند تبريد جهاز جولى يجب خفض الأنبوبة البارومترية المتحركة قبل التبريد .

وذلك لأنه عند التبريد ينكمش الغاز بالمستودع ويقل الضغط به فيندفع الزئبق من المانومتر إلى المستودع فيغير من حجم الزئبق به .

(٥) يجب أن يكون انتفاخ جولى جافا من الداخل .

لأن وجود أى قطرة ماء تتحول بالتسخين إلى بخار يكون له ضغط يختلف عن ضغط الهواء الجاف لاختلاف تمددها فلا تصبح النتائج الخاصة بالغاز صحيحة .

أسئلة على الفصل الخامس

س١ : أعد كتابة الجمل التالية بعد اختيار أدق عبارة من بين الأقواس :

١ - عند ثبوت درجة الحرارة يتناسب حجم مقدار معين من غاز مع ضغطه ....

(تناسبًا عكسيًا - تناسبًا طرديًا)

٢ - إذا كان معامل ضغط الغاز عند ثبوت حجم هو (β) ومعامل التمدد الحجمي للغاز عند ثبوت ضغطه هو (α) فإن .... ($\alpha = \beta$ - $\alpha > \beta$ - $\alpha < \beta$)

٣ - عند ثبوت الضغط يتناسب حجم كمية معينة من غاز مع درجة حرارته على تدريج كلفن .... (تناسبًا عكسيًا - تناسبًا طرديًا) .

٤ - عند ثبوت الضغط ينعدم حجم كمية من غاز (نظريًا) عند درجة حرارة تساوى .... (صفر سيلزيوس - $273°$ كلفن - صفر كلفن - 273 كلفن)

٥ - عند ثبوت الضغط تكون كمية الحرارة التى تلزم لرفع درجة حرارة واحد مول من الغاز بمقدار درجة واحد كلفن .... (أكبر منها عند ثبوت الحجم - تساويها عند ثبوت الحجم - أقل منها عند ثبوت الحجم) .

٦ - إذا انضغط غاز ببطء إلى نصف حجمه الأصلى فإن ....

(ضغط الغاز سيقل إلى النصف - درجة حرارة الغاز ستنقص إلى نصف قيمتها - درجة حرارة الغاز تتضاعف - ضغط الغاز سيتضاعف) .

٧ - فى درجة حرارة ثابتة عندما يزداد حجم كمية معينة من غاز إلى الضعف فإن ضغطها .... (يقل إلى النصف - يظل ثابتًا - يزداد إلى الضعف) .

٨ - غاز موجود داخل إناء مغلق غير قابلة للتمدد أو الانكماش إذا انخفضت درجة حرارته فإن .... (تقل كثافة الغاز - يقل ضغط الغاز داخل الإناء - تزداد كتلة الغاز) .

٩ - معامل التمدد الحجمى لغاز عند ثبوت ضغطه يتعين من العلاقة ....

($\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{1+\alpha t_1}{1+\alpha t_2}$ - $\frac{(V_{ol})_2}{(V_{ol})_1} = \frac{1+\alpha t_1}{1+\alpha t_2}$ - $\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{1-\alpha t_1}{1-\alpha t_2}$)

١٠ - زيادة درجة الحرارة في إطار عجلة السيارة أثناء القيادة يؤدي إلى ....
(زيادة حجم الهواء داخل إطار العجلة - نقص ضغط الهواء داخل إطار العجلة - زيادة ضغط الهواء داخل إطار العجلة) .

١١ - عند درجة الصفر المطلق (صفر كلفن) ....
[(أ) ينعدم ضغط الغاز عند ثبوت حجمه ، (ب) ينعدم حجم الغاز عند ثبوت ضغطه ، (ج) تنعدم كتلة الغاز عند ثبوت الكثافة ، (د) تبلغ درجة الحرارة 273°- على تدريج سيلزيوس ، كل من أ ، ب ، د صحيحة) .

س٢ : ضع علامة (✓) أمام العبارات الصحيحة وعلامة (×) أمام العبارات الخطأ مع تصويب الخطأ :

١ - يعتبر معامل التمدد الحجمي للغاز صفة مميزة لنوعه .

٢ - في تجربة شارل يتخذ طول عمود الهواء المحبوس ممثلاً لحجم الهواء .

٣ - يعتبر الجهاز المستخدم في تحقيق قانون شارل ترمومتر غازى ثابت الضغط .

٤ - يعتبر جهاز جولي ترمومترًا ثابت الحجم .

٥ - مقدار معامل زيادة حجم الغاز عند ثبوت ضغطه أكبر من معامل زيادة ضغطه عند ثبوت حجمه .

٦ - عند ثبوت درجة الحرارة يتناسب حجم مقدار معين من غاز مع ضغطه تناسبًا عكسيًا .

٧ - عند ثبوت الضغط يتناسب حجم كمية معينة من غاز مع درجة حرارته على تدريج كلفن تناسبًا عكسيًا .

٨ - عند ثبوت الضغط ينعدم حجم كمية من غاز (نظريًا) عند درجة حرارة تساوى 273° كلفن .

٩ - عند ثبوت الضغط تكون كمية الحرارة التي تلزم لرفع درجة حرارة واحد مول من الغاز بمقدار درجة واحدة كلفن أكبر منها عند ثبوت الحجم .

١٠ - عند ضغط كمية من غاز ببطء ليصبح حجمها نصف ما كان عليه فإن درجة الحرارة تزداد إلى ضعف ما كانت عليه .

١١ - يتناسب ضغط كمية معينة من غاز طرديًا مع كثافته عند ثبوت حجم الغاز .

١٢ - عند ثبوت الحجم لكمية من غاز يكون $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_2}{T_1}$.

س٣ : علل لما يأتي :

١ - عند ثبوت درجة حرارة الغاز يقل حجمه بزيادة ضغطه .
٢ - في تجربة تعيين معامل زيادة ضغط الهواء مع ثبوت حجمه يوضع في الانتفاخ زئبق يشغل $\frac{1}{7}$ حجمه .
٣ - في أنبوبة جهاز شارل توضع قطرة من حمض الكبريتيك مع الزئبق .
٤ - في جهاز جولي يجب خفض الأنبوبة المتحركة إلى أدنى موضع لها قبل إيقاف التسخين .
٥ - في جهاز جولي يجب أن يكون الانتفاخ الزجاجي جافًا من الداخل .
٦ - يكون حاصل ضرب حجم الغاز وضغطه مقسومًا على درجة حرارته مقدارًا ثابتًا دائمًا لجميع الغازات في حالة مول في (م.ض.د) .
٧ - ليس من الدقة اعتبار أن الصفر المطلق هو درجة الحرارة التي عندها ينعدم حجم الغاز أو ضغطه .

س٤ : ماذا نعني بأن :

١ - معامل التمدد الحجمي للهواء عند ثبوت ضغطه = 0.00366 لكل درجة سيلزيوس .
٢ - معامل زيادة الضغط للهواء عند ثبوت حجمه = $\frac{1}{273}$ لكل درجة سيلزيوس .
٣ - معدل الضغط ودرجة الحرارة .

س٥ : اذكر المفهوم العلمي لكل من العبارات الآتية

١ - تقدر بمقدار الزيادة في حدة الحجوم من الغاز في درجة صفر سيلزيوس إذا ارتفعت درجة الحرارة درجة واحدة مع بقاء الضغط ثابتًا .
٢ - عند ثبوت الضغط يزداد حجم كمية معينة من غاز بمقدار $\frac{1}{273}$ من حجمها الأصلي عند صفر سيلزيوس لكل ارتفاع في درجة الحرارة مقداره درجة واحدة .
٣ - هو مقدار الزيادة في وحدة الضغوط للغاز وهي في درجة صفر سيلزيوس بارتفاع درجة الحرارة درجة واحدة مع بقاء الحجم ثابتًا .
٤ - عند ثبوت الحجم يزداد ضغط كمية معينة من غاز بمقدار $\frac{1}{273}$ من ضغطه في صفر سيلزيوس لكل ارتفاع في درجة الحرارة مقداره درجة واحدة .
٥ - حاصل ضرب حجم غاز وضغطه مقسومًا على درجة حرارته مقدار ثابت دائمًا .

س٦ : أكمل العبارات التالية بما يناسبها علميًا :

١ - عند ثبوت الضغط ينعدم حجم كمية من غاز (نظريًا) عند درجة حرارة تسمى ....

٢ - يتعين معامل التمدد الحجمي للغاز عند ثبوت ضغطه من العلاقة ....

٣ - عينة من غاز داخل كرة مغلقة غير قابلة للتمدد أو الانكماش ، وعند خفض درجة حرارتها فإن كثافة الغاز .... بينما .... ضغط الغاز .

س٧ : ما هو العوامل التي يتوقف عليها كل من :

١ - الزيادة في حجم غاز عند رفع درجة حرارته مع ثبوت ضغطه .

٢ - الزيادة في ضغط غاز عند رفع درجة حرارته مع ثبوت حجمه .

س٨ : ارسم علاقة بيانية بين :

١ - حجم كمية معينة من غاز ودرجة حرارته عند ثبوت ضغطه ومنها استنتج صورة أخرى لقانون شارل .

٢ - ضغط كمية معينة من غاز ودرجة حرارته عند ثبوت الحجم ومنها استنتج صورة أخرى لقانون الضغط .

س٩ : اشرح تجربة عملية لتعيين :

١ - معامل التمدد الحجمي لغاز تحت ضغط ثابت .

٢ - معامل زيادة الضغط لغاز تحت حجم ثابت .

٣ - تحقيق قانون بويل .

س١٠ : استنتج رياضيا : العلاقة بين حجم كتلة معينة من غاز وضغطه ودرجة حرارته.

مسائل

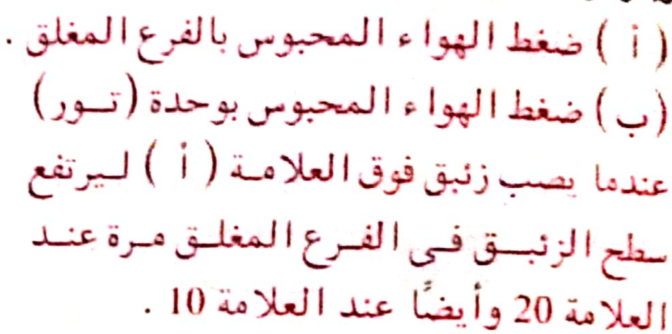
(١) جسم حجمه 600 سم^3 وزن في هواء درجة حرارته $51°$ سيلزيوس وضغط 72 سم زئبق ، وزن في هواء درجة حرارته $27°$ سيلزيوس وضغط 80 سم زئبق ، احسب التغير الظاهري في وزن الجسم علمًا بأن كثافة الهواء في (م.ض.د) = 1.33 كجم/م^3 ، g = 10 م/ث^2 .

[1.2738×10^{-3} نيوتن]

(٢) أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع صب فيها زئبق حتى اتزن سطحا الزئبق فى الفرعين عند (أ) ، (ب) . أغلق الطرف العلوى للفرع (ب) بإحكام ليبقى ارتفاع الحيز عند العلامة 30 فإذا كان الضغط الجوى يعادل 74 سم زئبق . وبفرض ثبوت درجة الحرارة للهواء أوجد :

(أ) ضغط الهواء المحبوس بالفرع المغلق .

(ب) ضغط الهواء المحبوس بوحدة (تور) عندما يصب زئبق فوق العلامة (أ) ليرتفع سطح الزئبق فى الفرع المغلق مرة عند العلامة 20 وأيضًا عند العلامة 10 .



[74 سم زئبق ، 1110 تور ، 2220 تور]

(٣) كمية معينة من غاز الأكسجين إذا سخنت إلى درجة 77 °C مع المحافظة على ضغطها عند 84 سم زئبق تشغل حجمًا قدره 5 لتر . أما إذا سخنت إلى 127° C وخفض الضغط إلى 72 سم زئبق فإنها تشغل حجمًا $6\frac{2}{3}$ لترًا . احسب من ذلك معامل التمدد الحجمى للغاز تحت ضغط ثابت ، ومعامل زيادة ضغط الغاز عند ثبوت الحجم .

(٤) أسطوانة مغلقة من أحد طرفيها حجمها 250 سم^3 ومساحة مقطعها 20 سم^2 ، غمرت رأسيًا فى الماء إلى عمق 10 أمتار ، احسب مقدار ارتفاع الماء داخلها علمًا بأن الضغط الجوى 1.013×10^5 نيوتن/م^2 بفرض عدم تسرب أى جزء من هوائها .

[6.146 سم]

(٥) جمع 300 سم^3 من غاز النتروجين فوق ماء عند 30° سيلزيوس وتحت ضغط 10^5 نيوتن/م^2 . احسب حجم النيتروجين الجاف فى (م.ض.د) علمًا بأن ضغط بخار الماء عند 30° سيلزيوس هو 3500 نيوتن/م^2 . كثافة الزئبق = 13600 كجم/م^3 ، عجلة الجاذبية = 9.8 م/ث^2 .

[257.5 سم^3]

(٦) إذا كان حجم مقدار من الهواء فى 7° سيلزيوس وتحت ضغط 77 سم زئبق هو 1001 سم^3 . فاحسب :

١. الزيادة في حجم هذا المقدار إذا سخن إلى 47° سيلزيوس وظل ضغطه ثابتًا [143 سم...]

٢. الزيادة في ضغط هذا المقدار إذا سخن إلى 47° سيلزيوس وظل حجمه ثابتًا [11 سم زئبق]

٣. الزيادة في حجم هذا المقدار إذا سخن إلى 47° سيلزيوس وأصبح ضغطه 80 سم زئبق. [100.1 سم...]

---

20 سم 10 سم 20 سم

(٧) أنبوبة طولها 50 سم مغلقة من نهايتها بها هواء جاف يفصله زئبق طوله 10 سم وهي أفقية كما بالشكل . فإذا كان الضغط متساوى على الجانبين للزئبق P_0 ولكن عندما تكون رأسية يصبح طول العمود الهوائي السفلى 15 سم . احسب الضغط في الأنبوبة في الوضع الأفقي. [$P_0 = 18.75$ سم زئبق]

---

(٨) إناء مقفل من الصلب به غاز مضغوط وضغطه 10 أمثال الضغط الجوى في درجة 42 سيلزيوس وأقصى ضغط يتحمله هذا الإناء هو 20 ضغطًا جويًا . فما أقصى درجة حرارة يمكن أن ترفع إليها هذا الإناء قبل أن ينفجر ؟ (أهمل تمدد الإناء). [357° سيلزيوس]

---

(٩) غاز حجمه 15 لتر عند 17° سيلزيوس وضغط 72 سم زئبق رفعت درجة حرارته إلى 27° سيلزيوس ، وضغطه إلى 76 سم زئبق فشغل حجمًا قدره 14.7 لترًا . احسب متوسط كل من معامل التمدد الحجمي للغاز تحت ضغط ثابت وكذلك معامل زيادة ضغط الغاز عند ثبوت الحجم .

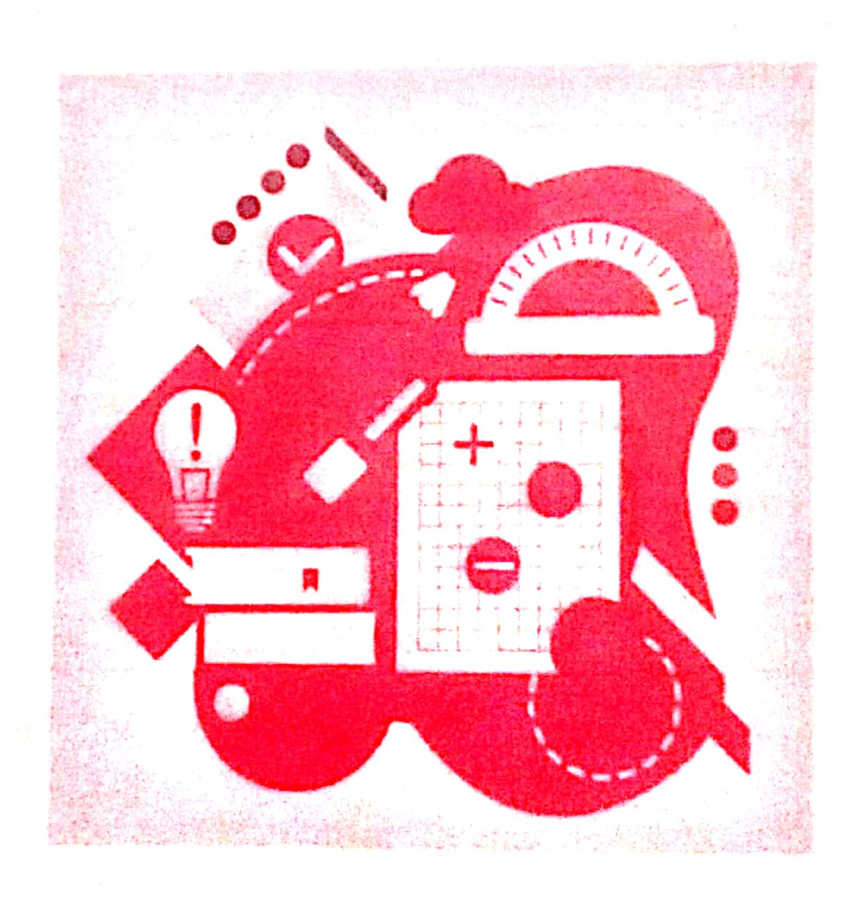
---

(١٠) إذا كان حجم فقاعة هوائية على عمق 10 متر تحت سطح الماء 3 سم^3 . احسب العمق الذي يصبح حجمها عنده 2 سم^3 ، وما أقصى حجم لها تحت الماء . [20.17 m ، 5.9 cm^3]

---

(١١) ما العمق الذي يجب أن تكون عليه بركة لكي يتضاعف قطر فقاعة هوائية تكونت عند القاع عند وصولها إلى السطح وذلك بفرض ثبوت درجة الحرارة. كثافة ماء البركة 1000 كجم/م^3 ، والضغط الجوى 1.013 بار . [72.357 متر]

حلول المسائل الواردة فى الفصول الثالث والخامس



حلول مسائل الفصل الثالث

(١)

$\rho = \rho_r \times 1000 \Rightarrow \rho = 7.2 \times 1000 = 7200$ كجم/م^3

$m = \rho v = 7200 \times 50 \times 10^{-6} = 0.36$ كجم

---

(٢)

$v = 10 \times 8 \times 3 = 240$ م^3 ، $\rho = \frac{m}{v} = \frac{309.6}{240} = 1.29$ كجم/م^3

---

(٣)

$v = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4 \times 22 \times (1 \times 10^{-2})^3}{3 \times 7} = 4.19 \times 10^{-6}$

$\rho = \frac{m}{v} = \frac{33.5 \times 10^{-3}}{4.19 \times 10^{-6}} = 7995.2$ كجم/م^3

---

(٤)

$\rho = \rho_r \times 1000 = 2.7 \times 1000 = 2700$ كجم/م^3

$m = \rho v = 0.015 \times 10^{-6} \times 2700 = 4.05 \times 10^{-5}$ كجم

---

(٥)

$\rho_r = \frac{\text{كتلة حجم معين من المادة}}{\text{كتلة نفس الحجم من الماء}}$ ، $\rho_r = \frac{120}{180} = \frac{2}{3}$

$\rho = \rho_r \times 1000 = \frac{2}{3} \times 1000 = 666.67$ كجم/م^3

$V = \frac{m}{\rho} = \frac{180}{1000} = 0.18$ م^3

---

(٦)

$m = m_{Al} + 12.75$ ، $\frac{\rho}{\rho_{Al}} = \frac{26}{9} \Rightarrow \frac{m \times v}{v \times m_{Al}} = \frac{26}{9}$

$\frac{m_{Al} + 12.75}{m_{Al}} = \frac{26}{9}$ $\therefore m_{Al} = 6.75$ كجم

$m = 6.75 + 12.75 = 19.5$ كجم

---

(٧) [illegible] وقف على قدميه

$A = 2 \times 90 \times 10^{-4}$ م^2

$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{60 \times 10}{180 \times 10^{-4}} = 33333.33\ N/m^2$

(ب) إذا وقف على قدم واحدة :

$A = 90 \times 10^{-4}$ م^{2}

$P = \dfrac{60 \times 10}{90 \times 10^{-4}} = 66666.67\ N/m^2$

---

(٨) $\because m = \rho\, V_{ol.} = 7850 \times (3 \times 2 \times 0.5) = 23550$ كجم

(أ) أقصى ضغط :

$A = 0.5 \times 2 = 1$ م^{2}

$P = \dfrac{mg}{A} = \dfrac{23550 \times 10}{1} = 235500\ N/m^2$

(ب) أقل ضغط :

$A = 3 \times 2 = 6$ م^{2}

$P = \dfrac{23550 \times 10}{6} = 39250\ N/m^2$

---

(٩) عندما ينام $P_1 = \dfrac{F}{A_1} = \dfrac{80}{0.5} = 160\ N/m^2$

عند الوقوف $P_2 = \dfrac{F}{A_2} = \dfrac{80}{100 \times 10^{-4}} = 8000\ N/m^2$

عندما ينام P_1 < عند الوقوف P_2

---

(١٠)

كيروسين	2 سم
مـاء	10 سم
زئبق	5 سم

$P = \rho g h_{\text{زئبق}} + \rho g h_{\text{ماء}} + \rho g h_{\text{كيروسين}}$

$= 13600 \times 5 \times 10^{-2} \times 9.8 + 1000 \times 10 \times 10^{-2} \times 9.8$

$+ 800 \times 2 \times 10^{-2} \times 9.8$

$= 7800.8\ N/m^2$

---

(١١) $P = \rho g h = 1000 \times 9.8 \times 0.3 = 2940\ N/m^2$

عند القاع $P = \rho g h = 1000 \times 9.8 \times 0.5 = 4900\ N/m^2$

$F = PA = 4900(1 \times 0.8) = 3920$ نيوتن

---

(١٢) $\rho_{\text{زيت}} = 0.8 \times 1000 = 800$ كجم/م^{3}

كيروسين	1.2 متر
مـاء	0.8 متر

عند القاع $P = \rho g h_{\text{زيت}} + \rho g h_{\text{ماء}}$

$= 800 \times 9.8 \times 1.2 + 1000 \times 9.8 \times 0.8$

$= 17248\ N/m^2$

$F = PA = 17248 \times (2 \times 3) = 103488$ نيوتن

(١٣)

ماء 2.5 متر

زئبق 0.1 متر

عند السطح الحر للماء $P_1 = Pa = 1.013 \times 10^5 \ N/m^2$

عند قاع الإناء $P_2 = Pa + \rho gh_{\text{زئبق}} + \rho gh_{\text{ماء}}$

$= 1.013 \times 10^5 + 1000 \times 9.8 \times 2.5$

$+ 13600 \times 9.8 \times 0.1 = 139128$ نيوتن/م٢

$\Delta P = P_2 - P_1 = 139128 - 1.013 \times 10^5 = 37828$ نيوتن/م٢

---

(١٤)

$P = \rho gh = 1000 \times 9.8 \times 0.2 = 1960 \ N/m^2$

$F = AP = (0.4 \times 0.3) \times 1960 = 235.2$ نيوتن

---

(١٥)

$P = \rho gh + Pa = 1200 \times 10 \times 0.2 + 1.013 \times 10^5 = 103700 \ N/m^2$

$F = AP = 0.05 \times 103700 = 5185$ نيوتن

---

(١٦)

$\rho gh_{1\,\text{زيت}} + \rho_1 gh_{1\,\text{ماء}} = \rho gh_{3\,\text{زئبق}}$

$800 \times 0.5 + 1000 \times 0.5 = 13600 \ h_3 \quad \Rightarrow \quad 900 = 13600h_3$

$h_3 = 0.066$ متر $= 6.6$ cm

$\rho gh_{1\,\text{زيت}} + \rho_1 gh_{1\,\text{ماء}} = \rho gh_{4\,\text{ماء}} \quad \Rightarrow \quad 900 = 1000h_4$

$h_4 = 0.9$ متر $= 90$ cm

---

(١٧)

$h_{\text{كيروسين}} = \frac{V}{A} = \frac{9}{2} = 4.5$ cm

عند الاتزان :

$\rho gh_{1\,\text{كيروسين}} = \rho_1 gh_{\text{ماء}}$

$\rho_1 \times 4.5 \times 10^{-2} = 10^3 \times 3.6 \times 10^{-2}$

$\therefore \rho_{1\,\text{كيروسين}} = 800$ كجم/م٣

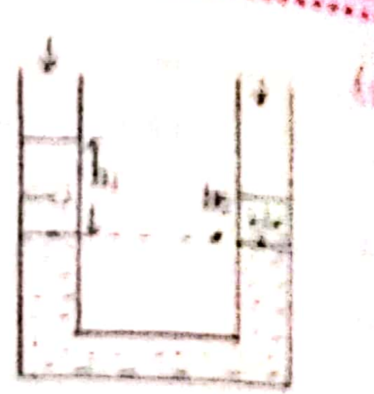
بعد إضافة البنزين :

$\rho gh_{1\,\text{كيروسين}} = \rho_3 gh_{3\,\text{بنزين}}$

$800 \times 4.5 \times 10^{-2} = 900 \times h_3 \qquad \therefore h = 4 \times 10^{-2}$ متر $= 4$ cm

$V_{\text{للبنزين}} = Ah_3 = 2 \times 4 = 8 \ cm^3$

(١٨)



$h = 3\ cm$ للماء فوق السطح الفاصل

$\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2$

$800 \times h_1 = 1000 \times 3 \times 10^{-2}$

$h_1 = \frac{1000 \times 3 \times 10^{-2}}{800} = 3.75 \times 10^{-2}$ متر

$m_{\text{زيت}} = \rho v = \rho A h$

$= 800 \times 2 \times 10^{-4} \times 3.75 \times 10^{-2} = 6 \times 10^{-3}$ كجم

---

(١٩)

نفرض أن مقدار الانخفاض فى سطح الماء عند صب الزيت = X

$h_{\text{زيت}} = 0.1 + x$, $h_{\text{ماء}} = 2x$

$\rho_1 g h_{1\,\text{زيت}} = \rho_3 g h_{3\,\text{ماء}}$

$800(0.1 + x) = 1000(2x)$

$0.8 + 8x = 20x$

$0.8 = 12x \quad \Rightarrow \quad x = 0.06666$ متر $= 6.666\ cm$

ارتفاع الماء فوق السطح الفاصل $= 2x = 2 \times 6.66 = 13.3\ cm$

---

(٢٠)

نفرض أن مقدار الانخفاض فى سطح الماء عند صب الكيروسين = x

$h_{\text{كيروسين}} = 0.3 + x$, $h_{\text{ماء}} = 2x$

$\because \rho_1 g h_{1\,\text{كيروسين}} = \rho_2 g h_{2\,\text{ماء}}$

$800\ (0.3 + x) = 1000\ (2x) \quad \Rightarrow \quad 2.4 + 8x = 20x$

$2.4 = 12x \quad \Rightarrow \quad x = \frac{2.4}{12} = 0.2$ متر

$h_{\text{كيروسين}} = 0.3 + x = 0.3 + 0.2 = 0.5$ متر $= 50\ cm$

---

(٢١)

$\Delta P = P_1 - P_2 \quad \Rightarrow \quad \rho g h_{\text{هواء}} = \rho g h_{1\,\text{زئبق}} - \rho g h_{2\,\text{زئبق}}$

$1.25 \times 80 = 13600 \times 0.76 - 13600\ h_2$

$h_2 = \frac{10236}{13600} = 0.7526$ متر $= 75.26$ سم

قراءة البارومتر عند الطابق العلوى $= 75.26$ سم زئبق

(٢٢)

$P = \rho g h_1 - \rho g h_2$

$\rho \times 200 = 13600(0.76 - 0.7415) \Rightarrow \rho_{\text{الهواء}} = 1.258$ كجم/م³

---

(٢٣)

$P = P_a + \rho g h \Rightarrow 11.793 \times 10^5 = 1.013 \times 10^5 + 1000 \times 9.8 \times h$

$\therefore h = 110$ متر

$F = AP = (60 \times 30 \times 10^{-4}) \times 11.793 \times 10^5 = 2.12 \times 10^5$ نيوتن

---

(٢٤)

$\Delta P = P_{\text{خارجي}} - P_{\text{داخلي}} = P_a + \rho g h - P_a$

$= 1.03 \times 10^3 \times 9.8 \times 100 = 1.0094 \times 10^6 \ N/m^2$

$F = AP = (0.60 \times 0.4) \times 1.0094 \times 10^6 = 242256$ نيوتن

---

(٢٥)

$P = P_a + \rho g h \Rightarrow 4P_a = P_a + \rho g h$

$3P_a = \rho g h \Rightarrow 3 \times 0.76 \times 13600 \times 9.8 = 1000 \times 9.8 \times h$

$h = \frac{3 \times 0.76 \times 13600}{1000} = 31$ متر

---

(٢٦)

$P_{\text{على القاعدة}} = P_a + \rho g h$

$= 1.013 \times 10^5 + 1030 \times 9.8 \times 1 = 1.11394 \times 10^5 \ N/m^2$

$F = AP = 1.1139 \times 10^5 (500 \times 10^{-4}) = 5569.7$ نيوتن

$P_{\text{على أحد الجوانب}} = P_a + \rho g h = 1.013 \times 10^5 + 1030 \times 9.8 \times 0.5$

$P_{\text{على أحد الجوانب}} = 1.06347 \times 10^5 \ N/m^2$

---

(٢٧)

$P_{\text{على القاع}} = P_a + \rho g h = 0.76 \times 13600 \times 10 + 1000 \times 10 \times 4$

$= 1.43360 \times 10^5 \ N/m^2$

$F_{\text{على القاع}} = P A = 1.4336 \times 10^5 (4 \times 4) = 2.29376 \times 10^6 \ N$

$P_{\text{على الجانب}} = P_a + \rho g h = 0.76 \times 13600 \times 10 + 1000 \times 10 \times 2$

$= 1.2336 \times 10^5 \ N/m^2$

$F_{\text{على الجانب}} = P A = 1.2336 \times 19^5 (4 \times 4) = 1.97376 \times 10^6 \ N$

(٢٨) $\Delta P = \rho g h = 13600 \times 9.8 \times 4 \times 10^{-2} = 5331.2$ نيوتن/م٢

---

(٢٩) $P_a + \Delta P = \rho g h = 76 + 30 = 106$ سم.زئبق

بوحدات الضغط الجوى $P = \frac{106}{76} = 1.395\ P_a$

بوحدات نيوتن/م٢ $P = 106 \times 10^{-2} \times 13600 \times 9.8 = 1.412768 \times 10^5$

بوحدات تور $P = 106 \times 10 = 1060$ جم.زئبق(تور)

---

(٣٠) $\Delta P = \rho g h = 1000 \times 9.8 \times 4 \times 10^{-2} = 392\ N/m^2$

$P = P_a - \rho g h = 0.75 \times 13.6 \times 10^3 \times 9.8 - 392$

$\Delta P = 99568\ N/m^2$

---

(٣١) (أ) $P = P_a - \Delta P = 76 - 10 = 66$ سم.زئبق

(ب) بوحدات الضغط الجوى $P = \frac{P}{L_a} = \frac{66}{76} = 0.868\ P_a$

(ج) بوحدات نيوتن/م٢ $P = 66 \times 10^{-2} \times 9.8 \times 13600 = 87964.8\ N/m^2$

بوحدات تور $P = 66 \times 10 = 660$ مم.زئبق(تور)

---

(٣٢) (1) $P_a = 1 \times 10^5\ N/m^2$

ميل الخط $= \frac{\Delta P}{\Delta h}$

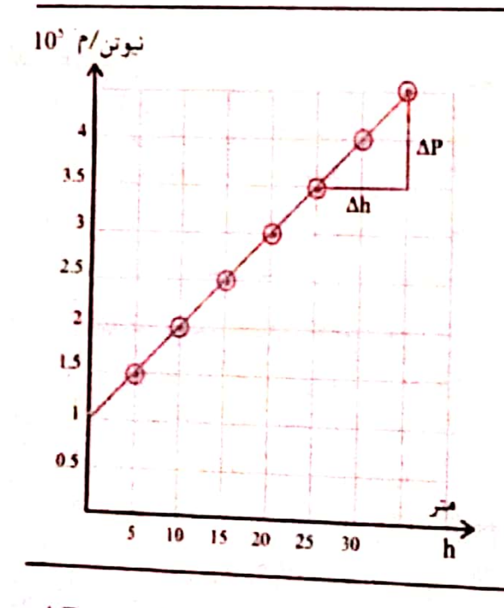
$= \frac{(4-3)\times 10^5}{30 - -20}$

ميل الخط $= 10^4$

$\because$ ميل الخط $= \rho g$

$10^4 = \rho \times 10$

$\therefore \rho = 1000$ كجم/م٣



---

(٣٣) $\Delta P = \rho g h \Rightarrow 12.6625 \times 10^5 = 1000 \times 9.8 \times h$

$h = 129.2$ متر

$F = \Delta P A = 12.6625 \times 10^5 \times (80 \times 50 \times 10^{-4}) = 5.065 \times 10^5\ N$

(٣٤) $P = P_a + \rho gh = 0.76 \times 13600 \times 10 + 0.2 \times 1000 \times 10 = 1.0536 \times 10^5\ N/m^2$

$F = P\,A = 1.0536 \times 10^5 \times 100 \times 10^{-4} = 1053.6$ نيوتن

---

(٣٥) $\Delta P = \rho g h_1 - \rho g h_2 \quad \Rightarrow \quad \rho g h_{\text{هواء}} = \rho g h_1 - \rho g h_2$

$1.25 \times 100 = 13600 \times 0.74 - 13600 \times h_2$

$9939 = 13600\ h_2 \quad \Rightarrow \quad h_2 = 0.7308 = 73.08$ سم

قراءة البارومتر عند الطابق العلوي = 73.08 سم.زئبق

---

(٣٦) $P = 3 \times P_a = 3 \times 1.013 \times 10^5\ N/m^2$

$P = \rho gh \quad \Rightarrow \quad 3 \times 1.013 \times 10^5 = 1000 \times 9.8 \times h$

$h = 31.01$ عدد الطوابق $= \frac{31.01}{3} = 10.3 \simeq 10$ طوابق

---

(٣٧) $A = \pi r^2 = \frac{22}{7}(2 \times 10^{-2})^2 = 1.257 \times 10^{-3}$ م٢

15

10

القاعدة العليا $F = P\,A = \rho g h_1 A$

$= 1.3 \times 10^3 \times 10 \times 0.15 \times 1.257 \times 10^{-3}$

$= 2.45$ نيوتن

القاعدة السفلى $F = \rho g h_2 A = 1.3 \times 10^3 \times 10 \times 0.25 \times 1.257 \times 10^{-3}$

$= 4.085$ نيوتن

---

(٣٨) $P = \rho gh \quad \Rightarrow \quad 270 \times 10^3 = 10^3 \times 9.8 \times h \quad \Rightarrow \quad h = 27.55$ متر

---

(٣٩) $\frac{F}{f} = \frac{A}{a} \quad \Rightarrow \quad \frac{F}{600} = \frac{3.14(0.5)^2}{0.001} \quad \Rightarrow \quad F = 471000$ نيوتن

$P = \frac{F}{A} = \frac{f}{a} = \frac{600}{0.001} = 6 \times 10^5\ N/m^2$

---

(٤٠) $\frac{F}{f} = \frac{A}{a} \quad \Rightarrow \quad \frac{1000 \times 9.8}{f} = \frac{200 \times 10^{-4}}{10 \times 10^{-4}} \quad \Rightarrow \quad f = 490$ نيوتن

$\eta = \frac{A}{a} = \frac{200 \times 10^{-4}}{10 \times 10^{-4}} = 20 \quad , \quad \eta = \frac{y_1}{y_2} \quad \Rightarrow \quad 20 = \frac{y_1}{0.2}$

المسافة التي يتحركها المكبس الصغير $y_1 = 4\ cm$

(٤١)
$$\frac{F}{A} = \frac{f}{a} + \rho g h \Rightarrow \frac{600 \times 9.8}{800 \times 10^{-4}} = \frac{f}{25 \times 10^{-4}} + 0.78 \times 10^{3} \times 9.8 \times 8$$

$$12348 = \frac{f}{25 \times 10^{-4}} \Rightarrow f = 30.87 \text{ نيوتن}$$

كتلة المكبس الصغير $m = \frac{f}{g} = \frac{30.87}{9.8} = 3.15$ كجم

---

(٤٢)
$$P = \frac{F}{A} = \frac{2000 \times 9.8}{\frac{22}{7}(21 \times 10^{-2})^2} = 1.414 \times 10^{5} \ N/m^2$$

---

(٤٣)
$$\frac{F}{A} = \frac{f}{a} \Rightarrow \frac{F}{1500 \times 10^{-4}} = \frac{100}{25 \times 10^{-4}} \Rightarrow F = 6000 \text{ نيوتن}$$

---

(٤٤)
$$\frac{F}{A} = \frac{f}{a} + \rho g h \Rightarrow \frac{1500 \times 9.8}{0.2} = \frac{f}{40 \times 10^{-4}} + 800 \times 9.8 \times 2.5$$

$$53900 = \frac{f}{40 \times 10^{-4}} \Rightarrow f = 215.6 \text{ نيوتن}$$

---

(٤٥)
$$\frac{F}{f} = \frac{A}{a} \Rightarrow \frac{F}{500} = \frac{3.14 \times (0.5)^2}{10^{-3}}$$

$$f = 392500 = 3.925 \times 10^{5} \text{ نيوتن}$$

على المكبسين $P = \frac{f}{a} = \frac{500}{10^{-3}} = 5 \times 10^{5}$ نيوتن/م٢

---

(٤٦)
$$\frac{F}{f} = \frac{A}{a} \Rightarrow \frac{6000 \times 9.8}{f} = \frac{100}{1} \Rightarrow f = 588 \text{ نيوتن}$$

---

(٤٧)
$$\frac{F}{f} = \frac{A}{a} \Rightarrow \frac{10000}{f} = \frac{100}{2} \Rightarrow F = 200 \text{ نيوتن}$$

---

(٤٨)
$$\frac{F}{f} = \frac{A}{a} \Rightarrow \frac{8000 \times 9.8}{20 \times 9.8} = \frac{\pi (0.5)^2}{\pi r^2}$$

$$r^2 = \frac{(0.5)^2}{400} = 6.25 \times 10^{-4} \Rightarrow r = 0.025 \text{ متر} = 2.5 \ cm$$

$$\eta = \frac{F}{f} = \frac{A}{a} \quad , \quad \eta = \frac{8000 \times 9.8}{20 \times 9.8} = 400$$

(٤٩)

$$\frac{F_1}{f_1}=\frac{A_1}{a_1} \Rightarrow \frac{F_1}{20}=\frac{50}{1} \Rightarrow F_1 = 1000\ N$$

∵ محور ارتكاز يقع فى المنتصف

$$\therefore f_2 = F_1 = 1000\ N$$

$$\frac{F_2}{f_2}=\frac{A_2}{a_2} \Rightarrow \frac{F_2}{1000}=\frac{40}{1} \Rightarrow F_2 = 40000\ N$$

الفائدة الآلية للمكبس $\eta = \eta_1 . \eta_2 = \frac{A_1}{a_1} \times \frac{A_2}{a_2} = \frac{50}{1} \times \frac{40}{1} = 2000$

$$\eta = \frac{F_2}{f_1} = \frac{40000}{20} = 2000$$

---

(٥٠)

$(1)\ P = \rho g h = 1000 \times 9.8 \times 0.3 = 2940\ N/m^2 \Rightarrow P_{A\ عند} = P_{B\ عند}$

$$\rho g h = \frac{m_1 g}{A_B} + \rho g h \Rightarrow$$

$$1000 \times 9.8 \times 0.3 = \frac{m_1 \times 9.8}{12 \times 10^{-4}} + 1000 \times 9.8 \times 0.1$$

$$1000 \times 9.8 \times 0.2 = \frac{m_1 \times 9.8}{12 \times 10^{-4}} \Rightarrow m_1 = 0.24$$ كجم

$$P_{A\ عند} = P_{C\ عند}$$

$$1000 \times 9.8 \times 0.3 = \frac{0.12 \times 9.8}{8 \times 10^{-4}} + 1000 \times 9.8 \times h$$

$$1470 = 1000 \times 9.8 \times h \Rightarrow h = 0.15$$ متر

عند زوال الكتل يتساوى ارتفاع الماء فى الأفرع الثلاث :

$$V_1 + V_2 + V_3 = h(A_1 + A_2 + A_3)$$

$$0 \times 5 + 10 \times 12 + 8 \times 15 = h(5 + 12 + 8) \Rightarrow 390 = 25h$$

$$h = \frac{390}{25} = 15.6\ cm$$

حلول مسائل الفصل الخامس

(١)

$P_1 V_1 + P_2 V_2 = PV_1 + PV_2$

$600 \times 100 + 1800 \times 25 = \rho 600 + P1800 \Rightarrow 1050 = 24P$

$P = 43.75$ سم.زئبق

---

(٢)

على الجانب الأيمن

$P_2 V_2 = P_2` V_2`$

$80 V = \frac{1}{2} V P_2`$

$P_2` = \frac{80}{0.5} = 160$ سم.زئبق

على الجانب الأيسر

$P_1 V_1 = V_1` P_1`$

$V \times 80 = 1.5 V P_1`$

$P_1` = \frac{80}{1.5} = 53.33$ سم.زئبق

$\Delta P = P_2` - P_1` = 106.67$ سم.زئبق

---

(٣)

$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 600 \times 70 = V \times 90$

$V_2 = \frac{600 \times 70}{90} = 466.67$ سم٣

---

(٤)

$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 2.1 \times 10^5 = 0.84 \times 10^5 V_2$

$V_2 = \frac{2.1 \times 10^5}{0.84 \times 10^5} = 2.5 \ m^3$

---

(٥)

$P_1 V_1 + P_2 V_2 = PV \Rightarrow 12 \times 10 + 16 \times 15 = 6P$

$P = \frac{360}{6} = 60$ سم.زئبق

---

(٦)

$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P \times 400 = \frac{1}{2} P V_2$

$V_2 = 800$ سم٣

---

(٧)

$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 228 \times 74 = 76 \times V_2$

$V_2 = 222$ سم٣

---

(٨)

$P_2 = 75 - 25 = 50$ سم.زئبق

$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 400 \times 75 = 50 V_2$

$V_2 = \frac{400 \times 75}{50} = 600$ سم^3

---

(٩)

$P_1 V_1 + P_2 V_2 = PV$

$500 \times 2P_a + 500 \times 1P_a = 1000\,P \Rightarrow 1500\,P_a = 1000\,P_a$

$P = 1.5\,P_a$

---

(١٠)

15 cm 8 cm P_a

P_a

$P_2 = P_a + 8$ $\quad$ $P_1 = P_a$ $\quad$ $P_3 = P_a - 8$

$V_2 = 9A$ $\quad$ $V_1 = 15\,A$ $\quad$ $V_2 = h\,A$

8 cm $\quad$ 9 cm $\quad$ 8 cm $\quad$ P_a

$P_1 V_1 = P_2 V_2$

$P_a \times 15\,A = (P_a + 8)9 \times A$

$5P_a = 3P_a + 24$

$\therefore P_a = 12$ سم.ز

$P_1 V_1 = P_3 V_3$

$12 \times 15\,A = (12 - 8)V_3$

$180\,A = 4A\,h_3$

$h_3 = 45$ سم.ز

---

(١١)

$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 500 \times 72 = 96\,V_2$

$V_2 = 375$ سم^3

---

(١٢)

$P_1 V_1 + P_2 V_2 = PV_1 + PV_2$

$4.5 \times 20 + 0 = P \times 4.5 + P \times 13.5 \Rightarrow 90 = 18\,P$

$P = \frac{90}{18} = 5$ سم.زئبق

---

(١٣)

$P_1 V_1 = P_2 V_2$, $900 \times 76 = 1000\,P_2$

$P_2 = \frac{900 \times 76}{1000} = 68.4$ سم.زئبق , $\Delta P = 76 - 68.4 = 7.6$ سم.زئبق

أقصى ارتفاع $= 100 \times 7.6 = 760$ متر

---

(١٦)

$\frac{(V_{0L})_1}{(V_{0L})_2} = \frac{1 + \alpha_v t_1}{1 + \alpha_v t_2} \Rightarrow \frac{50}{62} = \frac{1 + \alpha_v 27}{1 + \alpha_v 99}$

$$31 + 837\ \alpha_v = 25 + 2475\,\alpha_v \quad \Rightarrow \quad 6 = 1638\,\alpha_v$$

$$\alpha_v = \frac{6}{1638} = \frac{1}{273}\ \text{كلفن}^{-1}$$

---

(١٧)
$$\because \alpha_v = \frac{(V_{0L})_{100°C} - (V_{0L})_{0°C}}{(V_{0L})_{0°C} \times 100} = \frac{63.64 - 46.578}{46.578 \times 100} = 3.663 \times 10^{-3}\ \text{كلفن}^{-1}$$

---

(١٨)
$$\because \frac{(V_{0L})_1}{(V_{0L})_2} = \frac{1 + \alpha_v t_1}{1 + \alpha_v t_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{15}{15.512} = \frac{1 + 20\alpha}{1 + 30\alpha}$$

$$15.1512 + 310.24\,\alpha_v = 15 + 450\,\alpha_v$$

$$0.512 = 139.76\,\alpha_v \quad \Rightarrow \quad \alpha_v = \frac{0.512}{139.76} = 3.663 \times 10^{-3}\ \text{كلفن}^{-1}$$

---

(١٩)
$$\alpha_v = \frac{v_{100} - v_0}{v_0 \times 100} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{273} = \frac{40 - v_0}{v_0 \times 100}$$

$$100v_0 = 10920 - 273v_0 \quad \Rightarrow \quad 373v_0 = 10920$$

$$v_0 = \frac{10920}{373} = 29.276\ \text{سم}^3$$

---

(٢٠) نعدل حجم الغاز من ضغط 74 سم.زئبق إلى ضغط 75 سم.زئبق بتطبيق قانون

$$V_1 P_1 = V_1' P_1' \quad \Rightarrow \quad 54.02 \times 74 = V_1' \times 75$$

$$V_1' = \frac{54.02 \times 74}{75} = 53.2997\ \text{سم}^3$$

$$\alpha_v = \frac{\Delta V}{V_0 \times \Delta t} \quad \Rightarrow \quad \alpha_v = \frac{53.2997 - 49.3}{49.3 \times 22} = 3.688 \times 10^{-3}\ \text{كلفن}^{-1}$$

---

(٢١)
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{14.5}{(14.5 + 4.15)} = \frac{273 + 17}{T_2}$$

$$T_2 = 373$$

$$\therefore t_2 = 373 - 273 = 100°\ C$$

---

(٢٢)
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{1365}{V_2} = \frac{273}{373} \quad \Rightarrow \quad V_2 = 1865\ cm^3$$

$$\because h = \frac{V}{A} \qquad \therefore h_1 = \frac{V_1}{A} = \frac{1365}{50} = 27.3\ cm$$

$$h_2 = \frac{V_2}{A} = \frac{1865}{50} = 37.3\ cm$$

المسافة التي يتحركها المكبس $\Delta h = h_2 - h_1 = 37.3 - 27.3 = 10\ cm$

(٢٣) نفرض أن حجم الغاز عند 27° سيلزيوس = V

نفرض أن حجم الغاز عند 77° سيلزيوس = V + 2

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{V}{V+2} = \frac{273+27}{273+77} = \frac{300}{350}$$

$$300V + 600 = 350V \Rightarrow 50V = 600 \Rightarrow V = 12\ cm^3$$

---

(٢٤)
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{500}{V_2} = \frac{273+40}{273-80} = \frac{313}{193}$$

$$V_2 = \frac{500 \times 193}{313} = 308.3$$ سم³

---

(٢٥)
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{800}{V_2} = \frac{273+7}{273+17} = \frac{280}{290}$$

$$V_2 = \frac{800 \times 290}{280} = 828.5$$ سم³

---

(٢٦)
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{66}{75} = \frac{273+13}{T_2}$$

$$T_2 = 325 \qquad t_2 = 325 - 273 = 52°\ C$$

---

(٢٨)
$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{1+\beta_p t_1}{1+\beta_p t_2} \Rightarrow \frac{76}{89.4} = \frac{1+10\beta_p}{1+60\beta_p}$$

$$76 + 4560\beta_p = 89.4 + 894\beta_p \Rightarrow 3666\beta_p = 13.4$$

$$\beta_p = \frac{13.4}{3666} = 3.66 \times 10^{-3}$$ كلفن⁻¹

---

(٢٩) نعدل ضغط الغاز من حجم 54.02 سم³ إلى حجم 49.3 سم³ باستخدام قانون بويل

$$V_1 P_1 = V_1' P_1' \Rightarrow 74 \times 54.02 = P_1' \times 49.3$$

$$P_1' = \frac{74 \times 54.02}{49.3} = 81.084$$ سم.ز

$$\beta_p = \frac{\Delta P}{P_o \Delta t} = \frac{81.084 - 75}{75 \times 22} = 3.687 \times 10^{-3}$$ كلفن⁻¹

---

(٣٠)
$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{P_a}{P_2} = \frac{273}{400} \Rightarrow P_2 = \frac{400}{273} P_a = 1.4652\ P_a$$

---

(٣١)
$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{75}{P_2} = \frac{300}{330} \Rightarrow P_2 = \frac{75 \times 330}{300} = 82.5$$ سم.زئبق

(٣٣)

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{10\,P_a}{20\,P_a} = \frac{315}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{20 \times 315}{10} = 630°K \quad , \quad t_2 = 630 - 273 = 357°C$$

---

(٣٤)

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{P_a - 10}{P_a + 5} = \frac{273}{336}$$

$$63P_a = 4725 \Rightarrow P_a = 75 \text{ سم.زئبق}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{65}{75 + 13.8} = \frac{273}{T_2}$$

$$T_2 = 373 \Rightarrow t_2 = 373 - 273 = 100°C$$

---

(٣٥)

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{75.3}{114} = \frac{251}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{114 \times 251}{75.3} = 380°K \quad , \quad t_2 = 380 - 273 = 107°C$$

---

(٣٦)

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{90}{P_2} = \frac{273 + 87}{273 + 127} \Rightarrow P_2 = 100 \text{ سم.زئبق}$$

---

(٣٧)

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{0.91 \times 10^5}{P_2} = \frac{273}{372} \Rightarrow P_2 = 1.24 \times 10^5\ N/m^2$$

---

(٣٨)

$$P_1 = P_a + 1 \quad , \quad P_2 = P_a - 1 \quad , \quad \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{(P_a + 1)\,10}{107 + 273} = \frac{(P_a - 1)\,8}{(273 + 23)} \Rightarrow \frac{(P_a + 1)\,10}{380} = \frac{(P_a - 1)\,8}{296}$$

$$P_a = 75 \text{ سم.زئبق}$$

---

(٣٩)

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{75 \times 3000}{300} = \frac{15 \times V_2}{220}$$

$$V_2 = \frac{75 \times 3000 \times 220}{300 \times 15} = 11 \times 10^3 \text{ م}^٣$$

---

(٤٠)

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{75 \times 250}{400} = \frac{225 \times V_2}{241}$$

$$V_2 = \frac{75 \times 250 \times 241}{400 \times 225} = 50.2 \text{ سم}^٣$$

(٤١)

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1200 \times 75}{300} = \frac{50 \times V_2}{400}$$

$$V_2 = \frac{1200 \times 75 \times 400}{300 \times 50} = 2400 \text{ سم}^3$$

∴ ينفجر البالون لأن حجم البالون > أقصى سعة له

---

(٤٢)

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{400 \times 75}{300} = \frac{91 \times V_2}{273}$$

$$V_2 = \frac{400 \times 75 \times 273}{300 \times 91} = 300 \text{ سم}^3$$

---

(٤٣)

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{900 \times 76}{280} = \frac{V_2 \times 72}{310}$$

$$V_2 = \frac{900 \times 76 \times 310}{280 \times 72} = 1051.785 \text{ سم}^3$$

∴ البالون ينفجر

لأن حجم البالون (1051.78 سم٣) > أقصى سعة للبالون (1000 سم٣)

---

(٤٤)

$$P_1 = P_a + \rho gh = 1.013 \times 10^5 + 20 \times 1000 \times 9.8 = 2.973 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{2.973 \times 10^5 \times V_1}{280} = \frac{10 \times 1.013 \times 10^5}{290}$$

$$V_1 = \frac{28 \times 10 \times 1.013}{2.973 \times 29} = 3.289 \text{ سم}^3$$

---

(٤٥)

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{76 \times 500}{273} = \frac{100 \times V_2}{373}$$

$$V_2 = \frac{76 \times 500 \times 373}{100 \times 273} = 519.19 \text{ سم}^3$$

---

(٤٦)

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{10^5 \times 1}{250} = \frac{P_2 \times 0.5}{320}$$

$$P_2 = \frac{10^5 \times 320}{250 \times 0.5} = 2.56 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

---

(٤٧)

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{6 \times P_a}{293} = \frac{2 \times P_2}{303}$$

$$P_2 = \frac{6 \times 303 P_a}{2 \times 293} \quad , \quad P_2 = 3.1\, P_a$$

(٤٨)

$V_1 = V_2 = V \quad , \quad P_1 = 2P_2$

$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V \times 2P_2}{300} = \frac{V \times P_2}{T_2}$

$T_2 = \frac{300}{2} = 150°K \quad , \quad t_2 = 150 - 273 = -123°C$

---

(٤٩)

$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{750 \times 720}{312} = \frac{900 \times P_2}{286}$

$P_2 = \frac{750 \times 720 \times 286}{900 \times 312} = 550$ تور

---

(٥٠)

$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1 \times 1}{280} = \frac{1.013 \times 10^5 \times 3}{300}$

$P_1 = \frac{280 \times 1.013 \times 10^5 \times 3}{300} = 2.8364 \times 10^5 \ N/m^2$

$P_1 = P_a + \rho g h \Rightarrow 2.8364 \times 10^5 = 1.013 \times 10^5 + 1020 \times 9.8 \times h$

$h = 18.24$ متر

---

(٥١)

$P_1 = P_a + \rho g h = 1.013 \times 10^5 + 13.6 \times 1000 \times 9.8 = 2.3458 \times 10^5$

$P_2 = 1.013 \times 10^5$

$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1 \times 2.3458 \times 10^5}{277} = \frac{7.7 \times 1.013 \times 10^5}{304.7}$

$V_1 = \frac{7.7 \times 1.013 \times 10^5 \times 277}{2.3458 \times 10^5 \times 304.7} = 3.0228$ سم٣

---

(٥٢)

$P_1 = P_a + \rho g h = 1.013 \times 10^5 + 1000 \times 9.8 \times 20 = 2.973 \times 10^5 \ N/m^2$

$\frac{P_1 (V_{OL})_1}{T_1} = \frac{P_2 (V_{OL})_2}{T_2}$

$\frac{2.973 \times 10^5 \times (V_{OL})_1}{(273 + 7)} = \frac{1.013 \times 10^5 \times 10}{(273 + 17)}$

$\frac{2.973 \times (V_{OL})_1}{(280)} = \frac{1.013 \times 10}{290}$

$(V_{OL})_1 = \frac{280 \times 10.13}{290 \times 2.975} = 2.39 \ m^3$

(٥٣)

$$P_1 = \rho g h = 13600 \times 9.8 \times 0.76 = 1.012928 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$\frac{P_1 (V_{OL})_1}{T_1} = \frac{P_2 (V_{OL})_2}{T_2}$$

$$\frac{1.012928 \times 10^5 \times 800}{(273 + 27)} = \frac{0.5065 \times 10^5 \times (V_{OL})_2}{(273 + 127)}$$

$$\therefore (V_{OL})_2 = \frac{1.012928 \times 800 \times 400}{300 \times 0.5065} = 2133.18 \text{ cm}^3$$

---

(٥٤)

$$\frac{P_1 (V_{OL})_1}{T_1} = \frac{P_2 (V_{OL})_2}{T_2} \Rightarrow \frac{76 \times 450}{280} = \frac{72 \times (V_{OL})_2}{298}$$

$$\therefore (V_{OL})_2 = \frac{76 \times 450 \times 298}{280 \times 72} = 505.54 \text{ cm}^3$$

ينفجر البالون لأن حجم البالون أكبر من أقصى سعة له .

---

(٥٥)

$$\frac{P_1 (V_{OL})_1}{T_1} = \frac{P_2 (V_{OL})_2}{T_2}$$

$$\frac{(10^5 + 1000 \times 9.8 \times 23)\pi r_1^3}{280} = \frac{10^5 \times \pi r_1^3}{T_2}$$

$$\therefore T_2 = \frac{280 (1.5 \times 10^{-2})^3}{3.254 \times (1.5 \times 10^{-2})^3} \qquad \therefore T_2 = 290$$

$$\therefore t_2 = 290 - 273 = 17^\circ\text{C}$$

---

(٥٦)

$$\frac{P_1 (V_{OL})_1}{T_1} = \frac{P_2 (V_{OL})_2}{T_2} \Rightarrow \frac{137\text{Pa} \times 2}{300} = \frac{P_2 (V_{OL})_2}{323}$$

$$(V_{OL})_2 = \frac{137 \times 323 \times 2}{300} = 295 \text{ cm}^3$$

---

(٥٧)

$$\frac{P_1 (V_{OL})_1}{T_1} = \frac{P_2 (V_{OL})_2}{T_2} \Rightarrow \frac{74 \times (V_{OL})_1}{300} = \frac{3700 \times (V_{OL})_2}{820}$$

$$(V_{OL})_2 = \frac{74 \times 820 (V_{OL})_1}{300 \times 3700} = 0.05466 (V_{OL})_1$$

---

(٥٨)

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P V}{T} \Rightarrow \frac{8 \times 75}{300} + \frac{16 \times 76}{300} = \frac{20 P}{303}$$

$6.0533 = \frac{20\,P}{303} \Rightarrow P = 91.707$ سم.زئبق

(٥٩)

$\frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P\,V}{T} \Rightarrow \frac{48.5 \times 54}{291} + \frac{60\,P}{300} = \frac{60 \times 86}{300}$

$9 + \frac{P}{5} = 17.2 \Rightarrow P = 41$ سم.زئبق

(٦٠)

$\frac{P_1 (V_{0L})_1}{T_1} + \frac{P_2 (V_{0L})_2}{T_2} = \frac{P (V_{0L})}{T}$

$\therefore \frac{76 \times 8}{304} + \frac{75 \times 12}{300} = \frac{80 (V_{0L})}{320} \qquad \therefore 2 + 3 = \frac{80 (V_{0L})}{320}$

للخليط $(V_{0L}) = \frac{5 \times 320}{80} = 20$ لتر

(٦١)

$\frac{P_1 (V_{0L})_1}{T_1} + \frac{P_2 (V_{0L})_2}{T_2} = \frac{P (V_{0L})}{T}$

$\therefore \frac{75 \times 10}{300} + \frac{50 \times 20}{400} = \frac{P \times 25}{250} \qquad \therefore 2.5 + 2.5 = \frac{P}{10}$

$\therefore$ للخليط $P = 50$ سم.زئبق

(٦٢)

$\frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{V_1 P}{T_1'} + \frac{V_2 P}{T_2'}$

$\frac{200 \times 76}{300} + \frac{500 \times 76}{300} = \frac{200\,P}{300} + \frac{500\,P}{400}$

$50.667 + 126.667 = 0.667\,P + 1.25\,P$

[illegible]334 $= 1.917\,P \Rightarrow P = 92.5$ سم.زئبق

(٦٣)

$\frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{V_1 P}{T_1'} + \frac{V_2 P}{T_2'}$

$\frac{25 \times 2P_a}{300} + \frac{40 \times 3\,P_a}{320} = \frac{25\,P}{325} + \frac{40\,P}{325}$

$0.5417\,P_a = \frac{65\,P}{325} \Rightarrow P = 2.7\,P_a$

(٦٤)

$\frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{V_1 P}{T_1'} + \frac{V_2 P}{T_2'}$

$$\frac{20 \times 3 P_a}{300} + \frac{42 \times 2 P_a}{320} = \frac{P\,20}{310} + \frac{P42}{310}$$

$$0.2P_a + 0.2625\,P_a = \frac{62\,P}{310} \quad \Rightarrow \quad P = 2.313\,P_a$$

---

(٦٥)

$$\frac{P_1(V_{OL})_1}{T_1} = \frac{P_2(V_{OL})_2}{T_2} = \frac{P(V_{OL})}{T`} + \frac{P(V_{OL})}{T}$$

$$\frac{100 \times 3 \times 10^5}{283} + \frac{10^5 \times 50}{373} = \frac{P \times 100}{283} + \frac{P \times 50}{373}$$

$$1.06 \times 10^5 + 0.134 \times 10^5 = 0.353\,P\,10.134\,P$$

$$\therefore 1.194 \times 10^5 = 0.487\,P$$

$$\therefore P = \frac{1.194 \times 10^5}{0.376} = 2.45 \times 10^5\ N/m^2$$

---

(٦٦)

$$\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{1.013 \times 10^5}{1.25 \times 273} = \frac{0.97 \times 10^5}{\rho_2 \times 315}$$

$$\rho_2 = 1.037\ Kg/m^3$$

---

(٦٧)

$$\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2} \quad \Rightarrow \quad \because P_1 = P_2 \quad \therefore \rho_1 T_1 = \rho_2 T_2$$

$\therefore 0.001293 \times 273 = \rho_2 \times 383 \quad \Rightarrow \quad \rho_2 = 0.9216 \times 10^{-3}$ جم/سم^3

$m = \rho V = 5 \times 10^3 \times 0.9216 \times 10^{-3} = 4.6082$ جم

---

(٦٨)

$\rho_1 = \frac{1.292}{1} = 1.292$ جم/لتر ، $\rho_2 = \frac{1.152}{1} = 1.152$ جم/لتر

$$\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{760}{1.292 \times 273} = \frac{756}{1.152 \times T_2}$$

$T_2 = 304.56$ ، $t_2 = 304.56 - 273 = 31.57°C$

---

(٦٩)

$\frac{\rho_1 \text{ قاع الجبل}}{\rho_2 \text{ قمة الجبل}} = \frac{1}{0.97}$ ، $\frac{P_2 \text{ قمة}}{P_1 \text{ قاع}} = \frac{0.91}{1}$ ، $T_{\text{قاع}} = 30 + 273 = 303$

$$\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{P_1}{\rho_1 \times 303} = \frac{P_1 \times 0.91}{\rho_1 \times T_2 \times 0.97}$$

$$T_2 = \frac{303 \times 0.91}{0.97} = 284.26 \quad , \quad t_2 = 284.26 - 273 = 11.2577°C$$

(٧)
$$\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2} \Rightarrow \frac{78}{0.001255 \times 288} = \frac{76}{\rho_2 \times 273}$$

$$\rho_2 = 1.29 \times 10^{-3} \text{ جم/سم}^3$$

حلول مسائل (المراجعة) الفصل الخامس

(١)
$$\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2} \Rightarrow \frac{76}{1.33 \times 273} = \frac{72}{\rho_2 \times 324}$$

$$\rho_2 = \frac{1.33 \times 273 \times 72}{76 \times 324} = 1.0617 \text{ كجم/م}^3$$

$$\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_3}{\rho_3 T_3} \Rightarrow \frac{76}{1.33 \times 273} = \frac{80}{\rho_3 \times 300}$$

$$\rho_3 = \frac{1.33 \times 273 \times 80}{76 \times 300} = 1.274 \text{ كجم/م}^3$$

$$\text{التغير في الوزن} = \rho_3 Vg - \rho_2 Vg = 600 \times 10^{-6} \times 10 (1.274 - 1.0617)$$

$$1.2738 \times 10^{-3} \text{ نيوتن}$$

(٢) (أ) [illegible]

$$P_ب = P_أ = P_a = 74 \text{ سم.زئبق}$$

(ب) [illegible] في الفرع المغلق عند العلامة 20 :

$$V_1 P_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 30 \times 74 = 20 P_2$$

$$P_2 = \frac{30 \times 74}{20} = 111 \text{ سم.زئبق} = 1110 \text{ تور}$$

عندما يرتفع سطح الزئبق فى الفرع المغلق عند العلامة 10

$$V_1 P_1 = P_3 V_3 \Rightarrow 30 \times 74 = 10 P_3$$

$$P_3 = \frac{30 \times 74}{10} = 222 \text{ سم.زئبق} = 2220 \text{ مم.زئبق}$$

(٤)

$$P_1 = 1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$P_2 = P_a + \rho g h = 1.013 \times 10^5 + 1000 \times [illegible] \times 10 = [illegible]993 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \Rightarrow \quad 1.013 \times 10^5 \times 250 = 1.993 \times 10^5 \times V_2$

$V_2 = 127.0697$ سم^٣

حجم الماء داخل الأسطوانة $= 250 - 127.0697 = 122.9303$ سم^٣

ارتفاع الماء داخل الأسطوانة $= \frac{V}{h} = \frac{122.9303}{20} = 6.146$ سم

---

(٥)

$P_2 = P_a = 13600 \times 9.8 \times 0.76 = 1.012928 \times 10^5 \ N/m^2$

$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{(10^5 - 3500)300}{303} = \frac{1.012928 \times 10^5 \ V_2}{273}$

$V_2 = 257.5$ سم^٣

---

(٦) (1)

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{1001}{V_2} = \frac{280}{320}$

$V_2 = \frac{1001 \times 320}{280} = 1144$ سم^٣

الزيادة فى الحجم $= 1144 - 1001 = 143$ سم^٣

(2)

$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \Rightarrow \quad P_2 = \frac{77 \times 320}{280} = 88$ سم.زئبق

الزيادة فى الضغط $= 88 - 77 = 11$ سم.زئبق

(3)

$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{77 \times 1001}{280} = \frac{80 V_2}{320} \quad \Rightarrow \quad V_2 = 1101.1$

الزيادة فى الحجم $= 1101.1 - 1001 = 100.1$ سم^٣

---

(٧) الجزء العلوى :

$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \Rightarrow \quad P_0 \, 20 = P_2 \, 25$

$P_2 = \frac{20}{25} P_0 = 0.8 \, P_0$

الجزء السفلى :

$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \Rightarrow P_0 \times 20 = (0.8 \, P_0 + 10) \, 15$

$20 \, P_0 = 12 \, P_0 + 150 \qquad 8 \, P_0 = 150 \quad \Rightarrow \quad P_0 = 18.75$ سم.زئبق

---

(٨)

$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{10 \, P_a}{20 \, P_a} = \frac{315}{T_2} \quad \Rightarrow \quad T_2 = 630^\circ$ كلفن

$t_2 = 630 - 273 = 357^\circ$ سيلزيوس

(١٠)

$P_1 = P_a + \rho g h \Rightarrow P_1 = 1.013 \times 10^5 + 1000 \times 9.8 \times 10 = 1.993 \times 10^5$

$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 1.993 \times 10^5 \times 3 \times 10^{-6} = P_2 \times 2 \times 10^{-6}$

$P_2 = 2.9895 \times 10^5$

$P_2 = P_a + \rho g h \Rightarrow 2.9895 \times 10^5 = 1.013 \times 10^5 + 1000 \times 9.8 \times h$

$\therefore h = 20.168\ m$

أقصى حجم عندما تصل الفقاعة إلى تحت سطح الماء مباشرة.

$P_3 = P_a = 1.013 \times 10^5 \Rightarrow P_1 V_1 = P_3 V_3$

$1.993 \times 10^5 \times 3 \times 10^{-6} = 1.013 \times 10^5 \times V_3$

$V_3 = 5.9 \times 10^{-6}$ م^3 $= 5.9\ cm^3$

---

(١١)

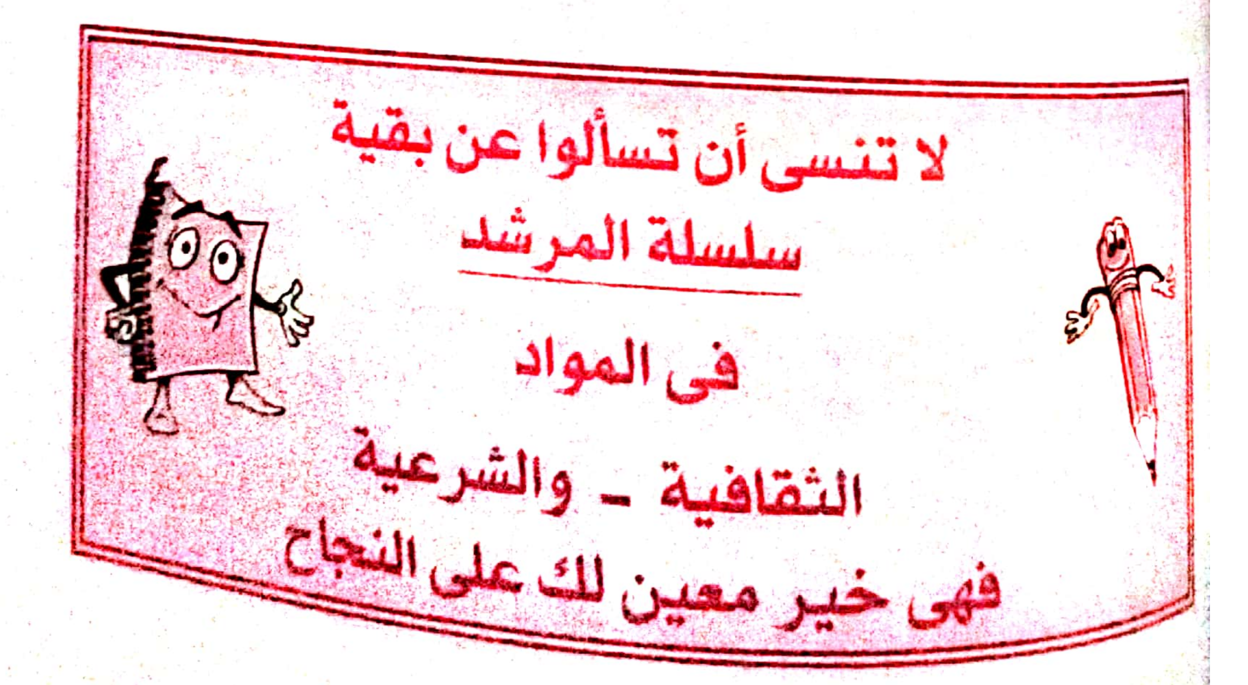
$r_1 = r$ القاع ، $r_2 = 2r$ عند السطح

$P_1 V_1 = P2 V_2 \Rightarrow P_1 \frac{4}{3} \pi r_1^3 = P_2 \frac{4}{3} \pi r_2^3$

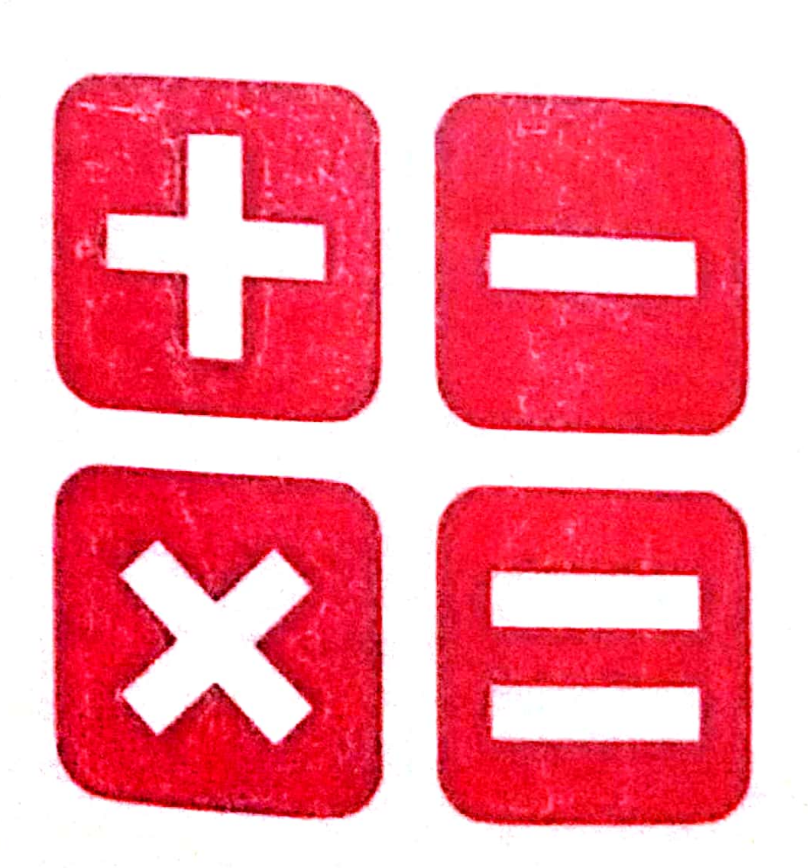
$P_1 r^3 = 1.013 \times 10^5 \times (2r)^3$, $P_2 = 8 \times 1.013 \times 10^5\ N/m^2$

$P_2 = P_a + \rho g h \Rightarrow 8 \times 1.013 \times 10^5 = 1.013 \times 10^5 + 1000 \times 9.8\ h$

$\therefore h = 72.357$ متر



الامتحانات الأزهرية للفصل الدراسى الثانى وإجاباتها النموذجية



امتحان الفيزياء (منطقة القاهرة) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠هـ : ٢٠١٨/٢٠١٩م

أجب عن الأسئلة الآتية :

١ [أ] اكتب المصطلح العلمي الدال على كل عبارة مما يلي :

(١) أكبر قيمة لضغط الدم في الشريان .

(٢) مقدار الزيادة في وحدة الضغط المقاسة عند درجة $0°C$ إذا رفعت درجة حرارتها درجة واحدة عند ثبوت الحجم .

(٣) درجة الحرارة التي ينعدم عندها نظريًا حجم الغاز عند ثبوت الضغط .

[ب] مقدار من غاز يشغل في درجة $27°C$ وتحت ضغط $60\ cmHg$ حجما قدره $380cm^3$ فكم حجمه عند معدل الضغط ودرجة الحرارة (S.T.P) ؟

---

٢ [أ] علل لكل مما يأتي تعليلا علميًا مناسبًا :

(١) حجم فقاعة من الهواء بالقرب من سطح الماء أكبر من حجمها عند قاع الإناء .

(٢) الكثافة النسبية ليس لها وحدة قياس .

(٣) لا يستخدم المكبس الهيدروليكي في زيادة الطاقة .

[ب] مكبس هيدروليكي مساحة مقطع مكبسه الصغير $5\ cm^2$ ، تأثر بقوة تساوى 8000 نيوتن ومساحة مقطع مكبسه الكبير $55\ cm^2$ ، احسب :

(١) أكبر كتلة يمكن رفعها على المكبس الكبير . (علمًا بأن $g = 10\ m/s^2$)

(٢) الضغط الواقع على المكبس الصغير .

---

٣ [أ] اختر الإجابة الصحيحة من بين القوسين :

(١) إذا كانت النسبة بين مقطعي مكبس هيدروليكي $\frac{1}{2}$ ، فإن النسبة بين سرعة حركة المكبس الكبير إلى سرعة حركة المكبس الصغير ....

($\frac{1}{4}$ ، أ $\frac{1}{2}$ ، أ $\frac{2}{1}$ ، أ $\frac{4}{1}$)

(٢) ضغط السائل عند نقطة في باطنه يزداد بزيادة ....

(بعد النقطة عن السطح ، أ مساحة سطح السائل ، أ درجة حرارة السائل ، أ جميع ما سبق)

(٣) كمية من غاز درجة حرارتها $27°\ C$ إذا تضاعف حجمها عند ثبوت الضغط تصبح درجة حرارتها ....

($150°\ C$ ، أ $600°\ K$ ، أ $373°\ C$ ، أ لا توجد إجابة صحيحة)

[ب] غاز حجمه $60\ cm^3$ عند درجة حرارة 300K وضغط 1 ضغط جوى بينما حجمه $36.4\ cm^3$ عند درجة صفر سيلزيوس وضغط 1.5 أوجد معامل التمدد الحجمى للغاز عند ثبوت الضغط .

---

(٤) [أ] كيف تبين بالتجربة أن معامل التمدد الحجمى لجميع الغازات واحد عند ثبوت الضغط .

[ب] حوض أسماك مساحة قاعدته 1000 سم^2 ، به ماء وزنه 4000 نيوتن . احسب ضغط الماء .

---

(٢) امتحان الفيزياء (منطقة القليوبية) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠هـ ، ٢٠١٨/٢٠١٩ م

• **أجب عن الأسئلة الآتية :**

(١) [أ] **اختر الإجابة الصحيحة من بين القوسين :**

(١) الضغط الجوى الذى مقداره 1 ملليمتر زئبق يساوى ....

(1 ميللي بار أ، 1 ميللى باسكال أ، 1 تور أ، 1 نيوتن/م^2)

(٢) تشمل الموانع على المواد ....

(السائلة أ، الغازية أ، الجامدة أ، السائلة والغازية)

(٣) لتر من غاز الأكسجين فى $(0°\ C)$ رفعت درجة حرارته بمقدار $(273°\ C)$ مع بقاء الضغط ثابت ، فإن حجمه يصبح ....

(لتر أ، 2 لتر ، 273 لتر ، $\frac{1}{2}$ لتر)

(٤) جزئيات الغاز تتحرك حركة ....

(انتقالية وعشوائية أ، انتقالية وتذبذبية أ، انتقالية فقط)

[ب] اشرح تجربة عملية لتعيين معامل زيادة حجم الغاز عند ثبوت الضغط .

---

(٢) [أ] **اكتب المصطلح العلمى الدال على كل عبارة مما يلى :**

(١) درجة الحرارة التى ينعدم عندها حجم وضغط الغاز المثالى .

(٢) يتناسب حجم مقدار معين من غاز تناسبًا عكسيًا مع ضغطه عند ثبوت درجة حرارته .

(٣) عندما يؤثر ضغط على سائل محبوس في إناء ، فإن الضغط ينتقل بتمامه (كليًا) إلى جميع أجزاء السائل كما ينتقل إلى جدران الإناء .

(٤) مقدار وزن عمود من الهواء مساحة مقطعه وحدة المساحات وارتفاعه من مستوى سطح البحر حتى قمة الغلاف الجوى .

[ب] مقدار من غاز النيتروجين حجمه 15 لترًا عندما يكون الضغط الواقع عليه 12 cm Hg ومقدار من غاز الأكسجين حجمه 10 Litters عندما يكون الضغط الواقع عليه 50 cm Hg وضعًا فى إناء مقفل سعته 5 Litters فإذا كانت درجة حرارة الغازين ثابتة أثناء خلطهما فأوجد ضغط مزيجهما معًا .

---

[٣] [أ] أكمل ما يأتى :

(١) عندما يزداد عمق نقطة فى باطن سائل فإن الضغط الناتج عن السائل .... لأن الضغط يتناسب ....

(٢) كمية من غاز ضغطها (P) وحجمها (V) فإذا أصبح حجمها (2V) عند ثبوت درجة الحرارة فإن ضغطها يصبح ....

(٣) أثناء تفريغ البطارية فى السيارة فإن كثافة المحلول الإلكتروليتي ....

(٤) إذا قلت مساحة مقطع الأنبوبة فى البارومتر فإن طول عمود الزئبق ....

[ب] استخدم مانومتر زئبقى لقياس ضغط غاز داخل مستودع فكان سطح الزئبق فى الفرع الخالص أعلى من سطحه بالفرع المتصل بالمستودع بمقدار (36 cm.)

فما قيمة ضغط الغاز المحبوس بوحدات : (١) cm.Hg (٢) N/m^2 ؟

(إذا علمت أن الضغط الجوى 1.013×10^5 N/m ، 0.76 m.Hg)

---

[٤] [أ] مكبس هوائى مساحة مقطع مكبسه الصغير $10\ cm^2$ يؤثر عليه قوة 100 N ومساحة مقطع مكبسه الكبير $800\ cm^2$ فإنها علمت أن عجلة الجاذبية الأرضية 10 م/ث^٢ ، فاحسب : (١) أكبر كتلة يحملها المكبس الكبير .

(٢) الفائدة الآلية لمكبس

[ب] علل لكل مما يأتى تعليلا علميا مناسبا :

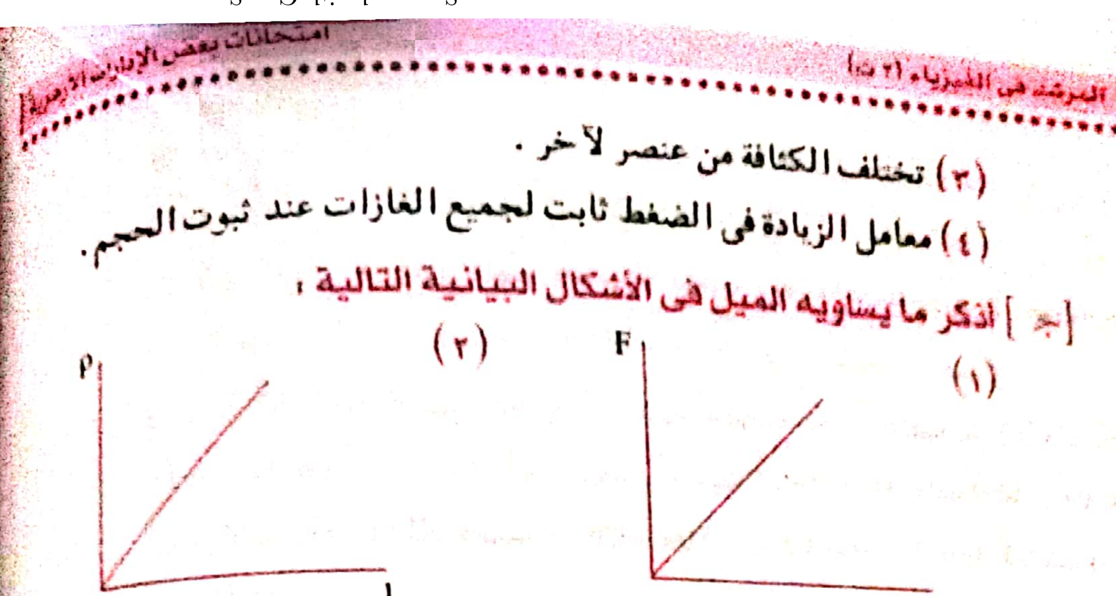
(١) يسخن إطار السيارة إذا كان ضغط الهواء بداخله منخفض .

(٢) يمكن تشخيص بعض الأمراض بقياس كثافة البول .

(٣) تختلف الكثافة من عنصر لآخر .

(٤) معامل الزيادة في الضغط ثابت لجميع الغازات عند ثبوت الحجم .

[جـ] اذكر ما يساويه الميل في الأشكال البيانية التالية :



(٣) امتحان الفيزياء (منطقة الشرقية) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠هـ ، ٢٠١٨/٢٠١٩م

• أجب عن الأسئلة الآتية :

(١) [أ] اختر الإجابة الصحيحة من بين القوسين :

(١) غاز حجمه V وضغطه P زاد ضغطه بمقدار الضعف ، فإن حجمه يصبح .... عند ثبوت درجة الحرارة .

(النصف أ، الضعف أ، ثلاثة أمثال أ، الثلث)

(٢) وحدة قياس الضغط تكافئ ....

(جول/$م^3$ أ، نيوتن/$م^2$ أ، كجم.$م^{-1}$.$ث^{-1}$ أ، لا شيء مما سبق)

(٣) إذا كانت النسبة بين نصفي قطري المكبسين الأسطوانيين في المكبس الهيدروليكي هي 3 : 7 فإن النسبة F : f تساوي ....

(9 : 49 أ، 3 : 7 أ، 49 : 9 أ، 7 : 3)

[ب] ما النتائج المرتبة على ... ؟

(١) وجود فقاعات هوائية في سائل المكبس الهيدروليكي .

(٢) وجود قطرة ماء داخل انتفاخ جهاز جولي .

(٢) [أ] عرف كلا من : (١) الكثافة النسبية لمادة .

(٢) صفر كلفن (الصفر المطلق) .

(٣) القانون العام للغازات .

[ب] طبقة من الزئبق سمكها 0.1 m يطفو فوقها طبقة من الماء سمكها 0.5 m ما الفرق في الضغط عند نقطتين إحداهما عند سطح الماء الخالص والأخرى عند قاع طبقة الزئبق ؟ (علمًا بأن : كثافة الماء $10^3\ kg/m^3$ ، وكثافة الزئبق $13.6 \times 10^3\ kg/m^3$ ، عجلة السقوط : $10\ m/s^2$)

[أ] علل لكل مما يأتى تعليلاً علميًا مناسبًا :

(١) يستخدم المكبس الهيدروليكى كمكبر للقوة .

(٢) السوائل غير قابلة للانضغاط .

(٣) معامل التمدد الحجمى لجميع الغازات ثابت تحت الضغط الثابت .

[ب] فى تجربة لتعيين معامل زيادة ضغط الغاز بتغير درجة حرارته عند ثبوت حجمه وجد أن سطح الزئبق فى الفرع الخالص أعلى من سطح الزئبق فى الفرع المتصل بمستودع جهاز جولى بمقدار 4 cm ، 33.6 cm فى درجتى صفر° سليزيوس ، 100° سليزيوس على الترتيب ، احسب معامل زيادة ضغط الغاز عند ثبوت الحجم ، وإذا وضع الجهاز فى غرفة ما كانت زيادة الضغط 12.4 cm عن الضغط الجوى ، فكم كانت درجة حرارة الغرفة ؟ علمًا بأن الضغط الجوى وقت إجراء جميع التجارب 76 cm Hg .

[أ] ما المقصود بـ .... ؟

(١) الفائدة الآلية لمكبس هيدروليكى = 100

(٢) معامل الزيادة فى ضغط الغاز ثبوت الحجم = $\frac{1}{273}\ °K^{-1}$

(٣) كثافة الزئبق 13600 كجم/م^٣ .

[ب] أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع بها زيت كثافته $900\ kg/m^3$ ، صُب فى أحد فرعيها ببطء كحول فانخفض سطح الزيت بمقدار 6 cm . احسب كثافة الكحول إذا علمت أن ارتفاع عمود الكحول فوق السطح الفاصل 13.5 cm ، ثم احسب كتلته إذا علمت أن مساحة مقطع كل من الأنبوبتين $2\ cm^2$.

(٤) امتحان الفيزياء (منطقة الغربية) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠هـ ، ٢٠١٨/٢٠١٩م

• أجب عن الأسئلة الآتية :

(١) [أ] اكتب المصطلح العلمى الدال على كل عبارة مما يلى :

(١) القوة المؤثرة عموديًا على وحدة المساحات .

(٢) أكبر قيمة لضغط الدم فى الشريان .

(٣) عند ثبوت الحجم تتناسب ضغط كمية من غاز تناسبًا طرديًا مع درجة حرارته على مقياس كلفن .

(٤) حاصل ضرب حجم معين من غاز فى ضغطه مقسومًا على درجة حرارته الكلفينية يساوى مقدار ثابت .

[ب] استنتج القانون العام للغازات

[جـ] إذا كان الضغط الجوى عند سطح ماء بحيرة 1 atm ، ما عمق البحيرة إذا كان الضغط عند قاعها 4 Atm ؟ (علمًا بأن : كثافة الماء 10^3 kg/m^3 ، وأن الضغط الجوى يعادل 1.013×10^5 N/m^2 ، وعجلة الجاذبية : 9.8 m/s^2)

---

(٢) [أ] اختر الإجابة الصحيحة من بين القوسين :

(١) كمية من غاز ضغطها P وحجمها V إذا زاد الحجم إلى 2V عند ثبوت درجة الحرارة يصبح الضغط .... (2p ، أ $\frac{1}{2}$p ، أ P)

(٢) إذا زادت مساحة مقطع البارومتر إلى الضعف فإن طول عمود الزئبق .... (تزداد للضعف ، أ تقل للنصف ، أ تظل كما هو)

(٣) فى المكبس الهيدروليكى تكون النسبة بين الإزاحة التى يتحركها المكبس الصغير إلى الإزاحة التى يتحركها المكبس الكبير .... (أكبر من ، أ تساوى ، أ أقل من ، أ لا توجد إجابة صحيحة)

(٤) حجم غاز محبوس عند 20° يتضاعف إذا تم تسخينه تحت ضغط ثابت إلى .... (313C° ، أ 133C° ، أ 600 K)

[ب] ماذا يحدث فى الحالات الآتية :

(١) زيادة عمق غواصة تحت سطح الماء بالنسبة للقوة المؤثرة على قمرتها .

(٢) وجود قطرة من الماء فى انتفاخ جولى عند دراسة العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة حرارته .

[د] مقدار من غاز يشغل فى درجة $27C^{\circ}$ وتحت ضغط 60 سم زئبق حجمًا قدره 380 سم٣ ، فكم يكون عند معدل الضغط ودرجة الحرارة (S.T.P)؟

[أ] علل لكل مما يأتى تعليلا علميا مناسبًا :

(١) تبنى السدود بحيث تكون أكبر سمكًا من القاعدة.

(٢) يوضع $\frac{1}{7}$ حجم مستودع جولى زئبق .

[ب] قارن بين معامل التمدد الحجمى ومعامل الزيادة فى الضغط من حيث العلاقة الرياضية لكل منهما .

[د] خلطت $100\ cm^3$ من غاز النيتروجين ضغطها 80 Hg.cm مع $200\ cm^3$ من غاز الأكسجين التى ضغطها 75 Hg.cm فى إناء حجم $320\ cm^3$ إذا كان الإناء مقفل ودرجة الحرارة ثابتة ، احسب ضغط الخليط .

[أ] اذكر وظيفة واحدة لكل من :

(١) جهاز جولى .　　　　(٢) قطرة حمض الكبريتيك فى جهاز شارل .

[ب] اذكر الأساس العلمى الذى بنى عليه عمل المكبس الهيدروليكى .

[ج] فى محطة تشحيم السيارات كانت كتلة المكبس الكبير لجهاز رفع السيارات والسيارة فوقه 1.5 طن ومساحة مقطعه $0.2m^2$ ، احسب القوة على المكبس الصغير الذى مساحة مقطعه $40\ cm^2$ ويعلو مستواه عن مستوى المكبس الكبير بمقدار 2.5 m والمكبس مملوء بزيت كثافته $800\ Kg/m^3$ علمًا بأن عجلة الجاذبية $9.8\ m/s^2$.

امتحان الفيزياء (منطقة الإسماعيلية) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠هـ ٢٠١٨/٢٠١٩م

أجب عن الأسئلة الآتية :

[أ] اختر الإجابة الصحيحة من بين القوسين :

(١) يعتمد ضغط المياه الموجود عند قاع بحيرة السد العالى على جسم السد العالى على ....

(مساحة سطح المياه ، طول السد ، عمق المياه ، سمك حائط السد)

(٢) حجم غاز محبوس عند $15C^\circ$ يتضاعف إذا تم تسخين تحت ضغط ثابت إلى .... درجة سيلزيوس .

(20° أ، 60° أ، 293°)

(٣) فى المكبس الهيدروليكى تكون النسبة بين الضغط على المكبس الكبير إلى الضغط على المكبس الصغير ....

(أكبر من أ. أقل من أ. تساوى)

[ب] فقاعة من الهواء حجمها $28\ cm^3$ على عمق $10.13\ m$ تحت سطح ماء عذب احسب حجمها قبل أن تصل إلى سطح الماء مباشرة بفرض أن درجة حرارة الماء ثابتة . اعتبر أن عجلة الجاذبية الأرضية $10\ m/s^2$ ، والضغط الجوى $1.013\times10^5 N/m^2$ ، وكثافة الماء $1000\ kg/m^2$

---

(٢) [أ] علل لكل مما يأتى تعليلا علميا مناسبا :

(١) استخدم الزئبق لمادة بارومترية بدلاً من الماء .

(٢) يراعى أن يكون الزيت فى المكبس الهيدروليكى خاليًا من الفقاعات الهوائية.

(٣) التجارب التى تجرى لقياس التمدد الحرارى لغاز أصبحت معقدة .

[ب] انتفاخان زجاجيان أ ، ب حجمها على الترتيب $600\ cm^2$ ، $300\ cm^2$ بهما هواء جاف تحت ضغط $76\ cm.Hg$ ودرجة حرارة $27\ C^\circ$ ، والاتصال بينهما محكم . احسب ضغط الهواء المحبوس عندما تزداد درجة حرارة الانتفاخ الأكبر فقط بمقدار $100^\circ\ C$

---

(٣) [أ] أثبت أن : $\beta p = \dfrac{\Delta P}{P_0 . \Delta t}$

[ب] ما معنى أن : (١) الفائدة الآلية لمكبس هيدروليكى = 600

(٢) معامل زيادة الضغط لغاز عند ثبوت الحجم = $\frac{1}{273}$ كلفن$^{-1}$

[جـ] مقدار من غاز يشغل فى درجة حرارة $27^\circ\ C$ وتحت ضغط $60\ cmHg$ حجماً قدره $350\ cm^3$ فكم يكون حجم عند معدل الضغط ودرجة الحرارة (S.T.P)

---

(٤) [أ] اذكر استخداما واحدا لكل من :

(١) جهاز جولى

(٢) قطرة الزئبق فى جهاز شارل

(٣) الزئبق فى مستودع جولى

[ب] عرف كلا من : (١) الصفر المطلق . (٢) الضغط الانبساطى .

الجدول التالى يوضح العلاقة بين حجم كمية معينة من غاز (Vol) ومقلوب الضغط $\left(\frac{1}{p}\right)$ عند ثبوت درجة الحرارة .

vol / (cm³)	4	8	x	16	20
$\frac{1}{p} \times 10^{-7} (N/m^2)^{-1}$	50	100	150	200	250

(١) ارسم علاقة بيانية بين الحجم (Vol) على المحور الرأسى مقلوب الضغط $\left(\frac{1}{p}\right)$ على المحور الأفقى .

(٢) استنتج حجم الغاز المقابل لمقلوب الضغط $150\times10^{-7}(N/m^2)^{-1}$

امتحان الفيزياء (منطقة دمياط) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠هـ ٢٠١٨/٢٠١٩م

أجب عن الأسئلة الآتية :

[أ] ما المقصود بكل من :

(١) فرق ضغط غاز محبوس = 5 ض.جو . (٢) الكثافة النسبية للذهب = 19.3

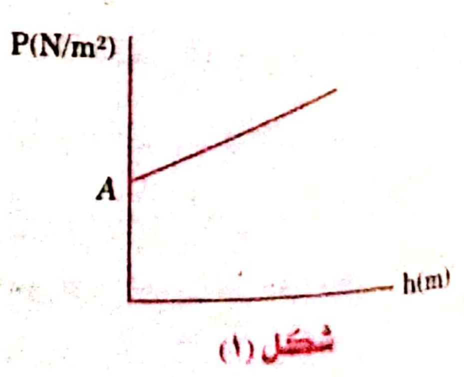
[ب] وضح بالتجربة أثر الحرارة فى حجم الغاز عند ثبوت الضغط .

[جـ] ينفخ شخص فى مانومتر زئبقى فجعل سطح الزئبق يرتفع فى الفرع الخالص أكبر من مستواه فى الفرع المتصل بفم الشخص بمقدار 30 سم . احسب الضغط داخل رئة الشخص بوحدات : (١) سم.زئبق. (٢) نيوتن/م٢ .

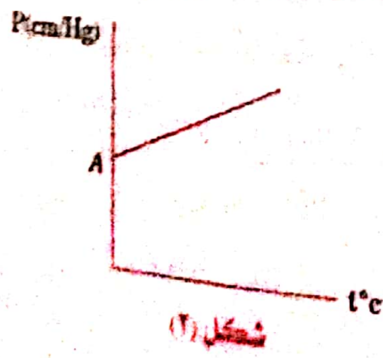
حيث (كثافة الزئبق 13600 كجم/م٣ ، الضغط الجوى 75 سم.زئبق ، عجل الجاذبية الأرضية 10 م/ث٢).

[أ] فى الشكلين البيانيين التاليين : (١) اكتب الكمية التى تدل عليها النقطة A

(٢) اكتب ما يساويه الميل فى كل حالة .



شكل (١)



شكل (٢)

[ب] ما المقصود بمبدأ بسكال . اذكر تطبيق له .

[جـ] فقاعة من الهواء حجمها $7.7\ cm^3$ عند درجة 4 سيلزيوس على عمق m ... سطح الماء في بحيرة كثافة مائها 1030 كجم/م^3 وعندما تصل إلى سطح الماء حيث درجة $32^\circ C$ والضغط يساوى الضغط الجوى ، وعجلة السقوط الحر $10\ m/s^2$ ، فكم يصبح حجمها ؟

(٣) [أ] علل لكل مما يأتي تعليلاً علمياً مناسباً :

(١) يقل حجم غاز عند زيادة الضغط الواقع عليه عند ثبوت درجة الحرارة .

(٢) لا يصلح الماء كمادة بارومترية .

[ب] تخيل مع : شخص يحمل بين إصبعيه السبابة والإبهام دبوس بحيث أن رأس الدبوس أسفل السبابة ، وسن الدبوس كأنه مغروز في الإبهام .

اختر من بين (أكبر من - أقل من - يساوى) ما يناسب كل عبارة مما يلي :

(١) القوة المؤثرة على الإبهام .... القوة المؤثرة على السبابة .

(٢) الضغط الواقع على الإبهام .... الضغط الواقع على السبابة .

[جـ] في الشكل المقابل :

أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع ، فإذا كان كثافة الماء 10^3 كجم/م^3 ، وكثافة الزيت 900 كجم/م^3 وارتفاع عمود الماء 20 سم .

(١) أوجد ارتفاع عمود الزيت .

(٢) أيهما أكبر الضغط عند النقطة A أم الضغط عند النقطة B .

(٤) [أ] قارن بين كل من :

(١) معامل التمدد الحجمي ومعامل زيادة الضغط من حيث العلاقة الرياضية .

(٢) إزاحة المكبس الكبير وإزاحة المكبس الصغير في المكبس الهيدروليكي المثالي .

[ب] وضح بالرسم فقط عليه البيانات تركيب جهاز جولي .

[جـ] وضع بارومتر عند سفح جبل حيث درجة الحرارة $20^\circ C$ فكانت قراءته 76 سم ، وعندما صعد به شخص إلى قمة جبل حيث درجة الحرارة $5^\circ C$. احسب :

(١) ضغط الهواء عند قمة الجبل . (٢) ارتفاع الجبل .

(كثافة الهواء = $1.2\ kg/m^3$ ، كثافة الزئبق $13600\ kg/m^3$)

... الفيزياء (منطقة كفر الشيخ) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠هـ ٢٠١٨/٢٠١٩م

... الأسئلة الآتية :

[أ] **اختر الإجابة الصحيحة من بين القوسين :**

(١) غاز في درجة حرارة $10°\ C$ ، فإن درجة الحرارة التي يتضاعف عندها حجم الغاز عند ثبوت الضغط هي .... سيلزيوس .

(20 أ، 566 أ، 40 أ، 293)

(٢) واحد باسكال يعادل .... بار .

(10^5 أ، 1.013 أ، 10^{-5} أ، لا توجد إجابة صحيحة)

(٣) إذا انضغط غاز ببطء إلى نصف حجمه الأصلي ، فإنه ....

(تتضاعف درجة حرارته أ، يقل ضغطه للنصف أ، يتضاعف ضغطه)

(٤) إذا كان إطار السيارة ممتلئًا تحت ضغط منخفض فإن ذلك يؤدي إلى ....

(نقص احتكاك الإطار مع الطريق أ، ارتفاع درجة حرارة الإطار أ، زيادة سرعة السيارة)

[ب] أثبت أن الضغط عند نقطة في باطن سائل معرض للهواء الجوي : $P = Pa + \rho gh$

[جـ] فقاعة من الهواء على عمق $10.13\ m$ تحت سطح ماء عذب حجمها $28\ cm^3$ احسب حجمها قبل أن تصل إلى سطح الماء مباشرة بفرض أن درجة حرارة الماء عند العمق المشار إليه هي $7\ °C$ وعند سطح الماء هي $27°\ C$ اعتبر أن عجلة الجاذبية $10\ m/s^2$ ، والضغط الجوي $1.013\times10^5\ N/m^2$ وكثافة الماء $1000\ kg/m^3$

[أ] **ما النتائج المترتبة على ؟**

(١) استخدام أنبوبة منتظمة المقطع في جهاز شارل .

(٢) نقص درجة حرارة غاز للنصف على تدريج كلفن بالنسبة لضغطه عند ثبوت حجمه .

(٣) وضع $\frac{1}{5}$ حجم انتفاخ جولي زئبق بدلاً من $\frac{1}{7}$ حجمه

(٤) فرق ارتفاع الزئبق في طرفي المانومتر صفر .

[ب] غاز في درجة $15°\ C$ سخن إلى $87°\ C$ احسب النسبة المئوية للتغير في ضغطه علمًا بأن حجمه ثابت .

(٢) [أ] اذكر الصيغة الرياضية التى تعبر عن :

(١) معامل التمدد الحجمى لغاز عند ثبوت ضغطه . (٢) قانون بويل .

(٣) الفائدة الآلية للمكبس الهيدروليكى . (٤) قانون شارل .

[ب] يحمل رجل بارومتر قراءته عند الطابق الأرضى 76 cm.Hg وعند الطابق العلوى 74.15 cm.Hg ، فإذا كان ارتفاع المبنى 200 m . احسب متوسط كثافة الهواء بين هذين الطابقين علمًا بأن كثافة الزئبق $13600\ kg/m^3$ وعجلة الجاذبية الأرضية $9.8\ m/s^2$.

(٨) امتحان الفيزياء (منطقة الدقهلية) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠هـ ،٢٠١٨/٢٠١٩م

• **أجب عن الأسئلة الآتية :**

(١) [أ] ماذا يقصد بكل مما يأتى :

(١) القوة المؤثرة عموديًا على مساحته $20\ N = 2\ cm^2$

(٢) صفر كلفن (المطلق) .

[ب] أثبت رياضيًا أن العلاقة التى يتعين بها الفائدة الآلية لمكبس هيدروليكى بفرض أنه مكبس مثال .

[جـ] مقدار من غاز يشغل فى درجة $300°\ K$ وتحت ضغط 60 cm Hg حجمًا قدره $400\ Cm^3$ ، فكم يكون حجمه عند معدل الضغط ودرجة الحرارة (S.T.P) علمًا بأن Pa = 76 cm Hg ؟

---

(٢) [أ] اختر الإجابة الصحيحة من بين القوسين :

(١) عندما ينضغط غاز مع ثبوت درجة حرارته فإن حجمه ....

(يقل للنصف أ، يزداد للضعف أ، يقل إلى الربع أ، لا يتغير)

(٢) إذا كانت النسبة بين نصفى قطر المكبسين المائى هى $\frac{8}{3}$ تكون النسبة بين القوتين على المكبسين هى .... ($\frac{8}{3}$ أ، $\frac{9}{64}$ أ، $\frac{64}{9}$ أ، $\frac{3}{8}$)

(٣) النسبة بين معامل التمدد الحجمى لغاز تحت ضغط ثابت إلى معامل زيادة ضغط غاز عند ثبوت الحجم .... الواحد . (أكبر أ، أقل أ، يساوى)

(٤) درجة الحرارة على مقياس كلفن ....

أ. تتدرج ما بين موجب وسالب ب. موجبة دائمًا جـ. سالبة دائمًا د. لا توجد إجابة صحيحة

ب] اذكر استخدامًا واحدًا لكل من : (١) المانومتر . (٢) الأنبوبة ذات الشعبتين .

جـ] إذا كان الضغط الجوى عند سطح بحيرة ما $1\ Atm$ ، ما عمق البحيرة إذا كان الضغط عند قاعها $4\ Atm$ ؟ علمًا بأن كثافة الماء $10^3\ kg/m^3$ ، وأن الضغط الجوى 1.013×10^5 وأن عجلة الجاذبية $9.8\ m/s^2$.

أ] اذكر السبب العلمى لكل من :

(١) يشترط لتحقيق قوانين الغازات أن يكون الغاز المستخدم جاف .

(٢) الأوانى المستطرقة يكون فيها السائل فى مستوى أفقى واحد .

ب] اشرح تجربة عملية توضح فيها أثر الحرارة فى حجم الغاز عند ثبوت الضغط مع الرسم .

جـ] أنبوبة على شكل حرف U مساحة مقطع فرعها الضيق $2\ cm^2$ ومساحة مقطع فرعها الواسع $4\ cm^2$ مكنت جزئيًا بالماء ثم صب فيها كمية من الزيت من الفرع الضيق حتى أصبح طول عمود الزيت $8\ cm$. احسب ارتفاع سطح الماء فوق السطح الفاصل علمًا بأن كثافة الماء $10^3\ kg/m^3$ ، وكثافة الزيت $800\ kg/m^3$.

أ] ما هى العوامل التى يتوقف عليها كل من :

(١) مقدار الزيادة فى ضغط الغاز عند ثبوت حجمه .

(٢) كثافة العناصر .

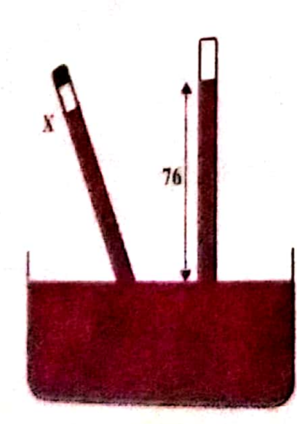
ب] فى الشكل الموضح بارومتر زئبقى .

ما قيمة الضغط عند النقطة X فوق الزئبق ؟

ثم احسب الضغط الجوى الذى يقيسه البارومتر فوق سطح البحر .

علمًا بأن : $g = 9.8\ m/s^2$ ،

$P_a = 76\ cm/Hg$ ، $\rho_{Hg} = 13595\ kg/m^3$



(٩) امتحان الفيزياء (منطقة البحيرة) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠هـ ٢٠١٨/٢٠١٩م

• أجب عن الأسئلة الآتية :

(١) [أ] اختر الإجابة الصحيحة من بين القوسين :

(١) Atm هي قيمة ضغط تكافئ ....

($1.013 \times 10^5\ N/m^2$ أ. 1 تور أ. 10^5 بسكال أ. ...)

(٢) إذا كانت النسبة بين مربعي نصفي نصفي قطرا أسطوانتين المكبس الهيدرو... 2 : 9 فتكون النسبة بين ارتفاعي المكبسين تساوي ....

(9 : 2 أ. 81 : 4 أ. 2 : 9 أ. ...)

(٣) يعتمد ضغط المياه الموجودة عند قاع بحيرة السد المؤثر على جسم ال... على ....

(مساحة سطح المياه أ. طول السد أ. عمق المياه أ. سمك حائط ال...)

[ب] لتر من غاز في 10 °C رفعت درجة حرارية وهو ثابت الضغط إلى C ... فأوجد الحجم .

---

(٢) [أ] ما معنى قولنا أن :

(١) ضغط الدم في الإنسان السليم 120/80 .

(٢) الكثافة النسبية للألومنيوم 2.7 ...

(٣) ارتفاع سطح الزئبق في الفرع الخالص للمانومتر الزئبقي 14 سم أعلى سطح الزئبق المتصل بالمستودع .

[ب] مقدار من غاز في درجة 27°C تحت ضغط 60 cm.Hg وحجم $300\ cm^3$. فكم يكون حجمه في معدل الضغط ودرجة الحرارة ؟

---

(٣) [أ] متى تكون القيمة التالية مساوية للصفر ؟

(١) فرق الضغط بين نقطتين في باطن سائل .

(٢) ضغط غاز عند ثبوت حجمه .

(٣) طول فراغ تورشيلي

[ب] مكبس يحجز كمية من الهواء في أسطوانة منتظمة المقطع تحت ضغط 70 cm.Hg ، فإذا سحب المكبس إلى الخارج فتضاعف الحيز الذي يشغله الهواء المحبوس فما قيمة ضغط الهواء في هذه الحالة ؟

(١) علل لكل مما يأتى تعليلاً علمياً مناسباً :

(١) يوضع $\frac{1}{7}$ حجم مستودع جولى زئبق .

(٢) قابلية الغازات للانضغاط

(٣) الكثافة النسبية ليس لها وحدة قياس .

(٢) وضح بيانياً :

(١) العلاقة بين ضغط كمية من غاز ودرجة حرارته السليزية عند ثبوت الحجم وإلى أن تصل ضغط الغاز إلى الصفر (نظرياً) .

(٢) العلاقة بين ضغط غاز وحجمه عند ثبوت درجة الحرارة .

امتحان الفيزياء (منطقة بنى سويف) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠هـ ، ٢٠١٨/٢٠١٩م

أجب عن الأسئلة الآتية :

(١) اختر الإجابة الصحيحة من بين القوسين :

(١) الضغط الجوى المعتاد يُعادل bar ....

(0.76 ، أ 1.013 ، أ 760 ، أ 1.013×10^5)

(٢) فى المكبس الهيدروليكى تكون النسبة بين الإزاحة التى يتحركها المكبس الصغير إلى الإزاحة التى يتحركها المكبس الكبير ....

(أكبر من أ ، تساوى أ ، أصغر من أ ، لا توجد إجابة صحيحة)

(٣) إذا زاد ضغط غاز عند ثبوت درجة الحرارة فإن الكثافة والحجم على الترتيب ....

(تزيد و يزيد أ ، تقل و يقل أ ، تقل ويزيد أ ، تزيد و يقل)

(ب) استنتج القانون العام للغازات .

(٢) اذكر المفهوم العلمى لكل مما يأتى :

(١) أى مادة قابلة للانسياب ولا تتخذ شكلاً محدداً .

(٢) درجة الحرارة التى ينعدم عندها ضغط الغاز نظرياً عند ثبوت الحجم .

(٣) وزن عمود من الهواء مساحة مقطعه وحدة المساحات وارتفاعه من مستوى سطح البحر حتى قمة الغلاف الجوى .

[ب] كمية من غاز حجمها $350\ cm^3$ عند ضغط $2\ atm$ ، احسب حجمها تحت الضغط الجوى عند نفس درجة الحرارة .

(٣) [أ] ما المقصود بكل مما يأتى :

(١) الضغط عند نقطة = 1500 نيوتن/م^2 . (٢) القانون العام للغازات .

[ب] أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطع أحد فرعيها ثلاثة أمثال الفرع الآخر ، وضع بها كمية مناسبة من الماء ثم صب زيت كثافته النسبية 0.8 فى الفرع المتسع فانخفض سطح الماء فيه بمقدار $1\ cm$ أوجد ارتفاع عمود الزيت .

(٤) [أ] علل لكل مما يأتى :

(١) وضع $\frac{1}{7}$ حجم الانتفاخ الزجاجى زئبق فى تجربة جولى .

(٢) معامل التمدد الحجمى عند ثبوت الضغط مقدار ثابت لجميع الغازات .

[ب] غواصة مستقرة أفقيًا فى أعماق البحر ، الضغط داخلها يعادل الضغط الجوى المعتاد $1.013 \times 10^5\ N/m^2$ وكثافة ماء البحر $1030\ kg/m^3$ ، احسب القوة المؤثرة على شباك دائرى من شبابيك الغواصة نصف قطره $21\ cm$ ، ومركزه على عمق $50\ m$ من سطح البحر . (علمًا بأن الجاذبية الأرضية $9.8\ m/s^2$) .

(١١) امتحان الفيزياء (منطقة سوهاج) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠هـ (٢٠١٨/٢٠١٩م)

• أجب عن الأسئلة الآتية :

(١) [أ] اكتب المصطلح العلمى الدال على كل عبارة مما يلى :

(١) النسبة بين كثافة الألومنيوم إلى كثافة الماء فى نفس درجة الحرارة .

(٢) مقدار الزيادة الحادثة فى وحدة الحجوم من الغاز فى درجة صفر سيلزيوس إذا ارتفعت درجة حرارتها درجة واحدة عند ثبوت الضغط .

(٣) النسبة بين مساحة المكبس الكبير إلى مساحة المكبس الصغير فى المكبس الهيدروليكى .

(٤) القوة المتوسطة المؤثرة عموديًا على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة .

... الضغط الكلى وكذلك القوة الضاغطة الكلية المؤثرة على قاع حوض به ... مالح كثافته $1030\ kg/m^3$ إذا كانت مساحة مقطع الحوض $1000\ cm^2$ وارتفاع الماء به واحد متر وكان سطح الماء فى الحوض معرضًا للهواء الجوى وعجلة الجاذبية $10\ m/s^2$ ، والضغط الجوى $1.013 \times 10^5\ N/m^2$.

... ما المقصود بكل مما يأتى : (١) قانون الضغط . (٢) قانون بويل .

... إذا كان حجم غاز فى درجة صفر سيلزيوس $50\ cm^3$ ، فما حجمه عند $91°C$ بفرض أن ضغطه ثابتًا ؟

... أثبت أن معامل زيادة ضغط الغاز تحت حجم ثابت يتعين من العلاقة :

$$\beta_P = \frac{\Delta P}{P_o C \Delta T}$$

... مقدار من غاز يشغل فى درجة $27°\ C$ وتحت ضغط $60\ cm.Hg$ حجمًا قدره $80\ cm^3$ ، فكم يكون حجمه عند معدل الضغط ودرجة الحرارة (S.T.P) ؟

امتحان الفيزياء (منطقة قنا) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠هـ ,٢٠١٨/٢٠١٩م

... عن الأسئلة الآتية :

... اكتب المصطلح العلمى الدال على كل عبارة مما يلى :

(١) عند ثبوت درجة الحرارة يتناسب حجم مقدار معين من غاز تناسبًا عكسيًا مع ضغطه .

(٢) الحيز الموجود فوق سطح الزئبق داخل أنبوبة البارومتر الزئبقى ويكون مفرغًا إلا قليل من بخار الزئبق .

(٣) النسبة بين كثافة المادة وكثافة الماء عند نفس درجة الحرارة .

(٤) أقل قيمة لضغط الدم بالشريان عندما تنبسط عضلة القلب ويساوى 80 torr للإنسان السليم .

... فقاعة من الهواء على عمق $10.13\ m$ تحت سطح ماء عذب حجمها $0.28\ cm^3$ احسب حجمها قبل أن تصل إلى سطح الماء مباشرة بفرض أن درجة حرارة

الماء عند العمق المشار إليه هى $7^\circ C$ ودرجة الحرارة عند السطح $27^\circ C$
[علمًا بأن الجاذبية الأرضية $10\ m/s^2$ والضغط الجوى $1.013\times10^5\ N/m^2$ ،
كثافة الماء $1000\ Kg/m^3$]

(٢) [أ] اختر الإجابة الصحيحة من بين القوسين :

(١) معامل زيادة ضغط أى غاز عند ثبوت حجم يساوى .... كلفن$^{-1}$

($\frac{1}{273}$ ، أ $\frac{1}{372}$ ، أ $\frac{1}{237}$)

(٢) تنطبق قاعدة باسكال على ....

(السوائل أ، الغازات أ، الغازات والسوائل)

(٣) الضغط الجوى المعتاد يعادل .... بار .

($0:75$ ، أ 1.013 ، أ 1.013×10^5)

(٤) الصفر الكلفن هو درجة الحرارة التى ينعدم عندها .... الغاز المثالى.

(حجمه أ، ضغط أ، حجم وضغط)

[ب] علل لكل مما يأتى تعليلا علميا مناسبا :

(١) وضع $\frac{1}{7}$ حجم مستودع جهاز جول زئبق .

(٢) تختلف الكثافة من مادة لأخرى .

(٣) لا تصل كفاءة أى مكبس هيدروليكى 100%

(٣) [أ] اكتب المصطلح العلمى الدال على كل عبارة مما يلى :

(١) $\frac{V_{100}{}^\circ C - V_0{}^\circ C}{V_0{}^\circ C\times100}$

(٢) $Pa + \rho gh$

(٣) $\frac{m}{V_{oL}}$

(٤) $273 + t\ ^\circ C$

[ب] اشرح تجربة عملية توضح بها أثر الحرارة فى حجم الغاز عند ثبوت ضغطه .

(٤) [أ] اذكر استخداما واحدا لكل مما يأتى :

(١) الأنبوبة ذات الشعبتين .

(٢) المانومتر

(٣) المكبس الهيدروليكى .

(٤) جهاز جولى .

[ب] ارسم فقط العلاقة البيانية بين حجم الغاز ودرجة الحرارة عند ثبوت الضغط .

[جـ] المكبسان الصغير والكبير فى مكبس هيدروليكى قطراهما 2 cm ، 24 cm على الترتيب ، تولدت قوة مقدارها 200 N على المكبس الكبير . احسب القوة المؤثرة على المكبس الصغير وكذلك الفائدة الآلية للمكبس .

١٢) امتحان الفيزياء (منطقة الأقصر) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠هـ ،٢٠١٨/٢٠١٩م

• **أجب عن الأسئلة الآتية :**

(١) [أ] اكتب المصطلح العلمى الدال على كل عبارة مما يلى :

(١) جهاز يستخدم لقياس الضغط الجوى .

(٢) القوة المؤثرة عموديًا على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة .

(٣) درجة الحرارة التى ينعدم عندها نظريًا حجم الغاز وضغطه .

[ب] بيِّن مع الرسم كيف تحقق قانون بويل عمليًا ؟

---

(٢) [أ] اكتب الكمية الفيزيائية التى تقاس بالوحدات الآتية :

(١) Jm^{-3} (٢) atm (٣) K^{-1}

[ب] مكعب طول ضلعه يساوى 10 cm ومتوازى مستطيلات من نفس المادة أبعاده 30 cm ، 20 cm ، 10 cm ، بيِّن كيف يوضع متوازى المستطيلات حتى يسبب ضغط يساوى الضغط الناتج عن المكعب .

---

(٣) [أ] اختر الإجابة الصحيحة من بين القوسين :

(١) يتوقف ارتفاع الزئبق فى الأنبوبة البارومترية على ....

(قطر الأنبوبة أ، الضغط الجوى أ، فراغ تورشيلى أ، جميع ما سبق)

(٢) قيمة درجة الحرارة على مقياس كلفن تكون ....

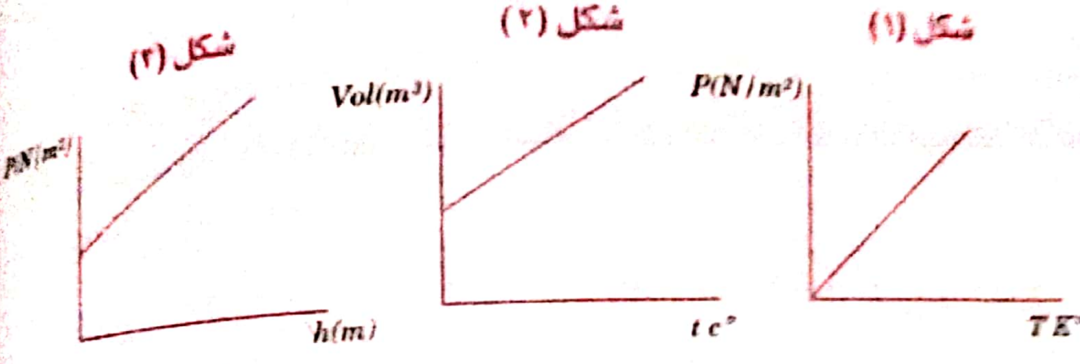
(سالبة دائمًا أ، تتدرج من السالب إلى الموجب أ، موجبة دائمًا أ، تتدرج من الموجب إلى السالب)

(٣) ضغط الغاز عند 20° C يتضاعف إذا تم تسخين الغاز تحت حجم ثابت إلى .... (40° C أ، 80° C أ، 299°C أ، 313° C)

[ب] اذكر استخداما او وظيفة واحدة لكل مما يأتى :

(١) الزئبق فى جهاز جولى . (٢) الأنبوبة ذات الشعبتين .

(٤) [أ] اكتب ما يدل عليه الميل فى الأشكال الآتية :



[ب] علل لكل مما يأتى تعليلا علميا مناسبا :

(١) تتميز الغازات بقابليتها للانضغاط .

(٢) عند تبريد انتفاخ جولى يجب خفض الأنبوبة المتحركة .

(١٤) امتحان الفيزياء (منطقة القاهرة) لعام ١٤٣٨/١٤٣٩هـ . ٢٠١٧/٢٠١٨م

* أجب عن الأسئلة الآتية :

(١) [أ] اكتب المفهوم العلمى الصحيح لكل مما يأتى :

(١) يُقدر بوزن عمود الهواء الذى قاعدته وحدة المساحات وارتفاعه من مستوى البحر حتى نهاية الغلاف الجوى .

(٢) كتلة وحدة الحجوم من المادة .

(٣) عند ثبوت درجة الحرارة يتناسب حجم مقدار معين من غاز تناسبًا عكسيًا مع ضغطه .

[ب] بارومتر زئبقى يقرأ عند سطح الأرض 76 cm.Hg وُضع أعلى جبل فأصبحت قراءته 72 cm.Hg ، احسب ارتفاع الجبل إذا علمت أن متوسط كثافة الهواء 1.3 كجم/م^٣ ، وكثافة الزئبق 13600 كجم/م^٣ .

(٢) [أ] علل لكل مما يأتى :

(١) يُراعى أن يكون الزيت فى المكبس الهيدروليكى خاليًا من الفقاعات .

(٢) لا يتأثر ارتفاع الزئبق في البارومتر بمساحة مقطع الأنبوبة البارومترية .

(٣) إذا انضغط غاز إلى نصف حجمه الأصلي فإن ضغطه يزداد للضعف عند ثبوت درجة الحرارة .

[ب] في الشكل المقابل :

أسطوانة مغلقة الطرفين تحتوي على مكبس عديم الاحتكاك عند منتصفها ، وكان ضغط الغاز بداخلها على جانبي المكبس 75 cm.Hg ، فإذا تحرك المكبس ببطء إلى اليمين ليقل حجم الجزء الأيمن للنصف . أوجد الفرق في الضغط على جانبي المكبس بفرض ثبوت درجة الحرارة .

(٣) [أ] اشرح تجربة عملية لتعيين معامل التمدد الحجمي للهواء (α_v) تحت ضغط ثابت .

[ب] سخن دورق به هواء من 15°C إلى 87°C ، فكم تكون نسبة حجم الهواء الذي خرج منه إلى ما كان موجوداً به بفرض ثبوت الضغط ؟

(٤) [أ] ما الذي يحدث في الحالات الآتية ... ؟

(١) وجود قطرة ماء داخل انتفاخ جهاز جولي .

(٢) زيادة عمق غواصة تحت سطح الماء بالنسبة للقوة المؤثرة على قمرتها .

(٣) خلط مجموعة من غازات مختلفة في إناء واحد من حيث الحجم والضغط الكلي .

[ب] الجدول الآتي يوضح العلاقة بين ارتفاع الماء فوق السطح الفاصل (h_1) وارتفاع الزيت فوق السطح الفاصل (h_2) لكميات مختلفة منهما في أنبوبة ذات شعبتين .

10	8	6	4	2	ارتفاع الماء فوق السطح الفاصل h_1 (cm)
12.5	10	7.5	5	2.5	ارتفاع الزيت فوق السطح الفاصل h_2 (cm)

(١) ارسم العلاقة البيانية بين (h_1) على المحور الرأسي ، (h_2) على المحور الأفقي .

(٢) من الرسم البياني أوجد الكثافة النسبية للزيت .

(١٥) امتحان الفيزياء (منطقة القليوبية) لعام ١٤٣٨/١٤٣٩هـ. ٢٠١٧/٢٠١٨م

• أجب عن الأسئلة الآتية :

(١) [أ] اكتب المصطلح العلمى الدال على كل عبارة من العبارات الآتية :

(١) حركة عشوائية تحدث لجزيئات المائع .

(٢) أقل قيمة لضغط الدم فى الشريان عندما تنبسط عضلة القلب .

(٣) النسبة بين مساحة المكبس الكبير ومساحة المكبس الصغير .

(٤) حاصل ضرب حجم مقدار معين من غاز فى ضغطه مقسومًا على درجة حرارته على تدريج كلفن يساوى مقدار ثابت .

[ب] ماذا نعنى بقولنا أن .... ؟

(١) معامل التمدد الحجمى لغاز عند ثبوت الضغط = $\frac{1}{273}$ كلفن$^{-1}$

(٢) الصفر المطلق = $-273°C$

[جـ] كمية من غاز حجمها $350\ cm^3$ عن ضغط $2\ atm$. احسب حجمها تحت الضغط الجوى عند نفس درجة الحرارة .

---

(٢) [أ] أكمل ما يأتى : (١) وحدة قياس الضغط ....

(٢) يتوقف تسرب الغاز من داخل أسطوانة الغاز عندما يكون ضغط الغاز داخل الأسطوانة .... الضغط الجوى .

(٣) وحدة قياس معامل التمدد الحجمى لغاز عند ثبوت الضغط ....

(٤) إذا تضاعف ضغط كمية معينة من غاز عندما تكون درجة الحرارة ثابتة فإن الحجم ....

[ب] ما النتائج المترتبة على كل من . . . ؟

(١) نقص كثافة سائل فى مانومتر بالنسبة للفرق بين سطحى السائل فى فرعى المانومتر.

(٢) انتقال بارومتر إلى قمة جبل بالنسبة لحجم فراغ تورشيلى فى الأنبوبة البارومترية.

(٣) مضاعفة درجة الحرارة المطلقة لكمية من غاز تحت ضغط ثابت .

---

(٣) [أ] علل لما يأتى : (١) يوضع فى قارورة جهاز جولى $\frac{1}{7}$ حجمها زئبق .

(٢) وجود مسافات فاصل كبيرة نسبيًا بين جزيئات الغاز .

(٣) الأنبوبة المستخدمة فى جهاز شارل منتظمة المقطع .

[ب] فى تجربة لدراسة تغير ضغط كمية معينة من غاز جاف ودرجة حرارته عند ثبوت الحجم كانت النتائج كما فى الجدول التالى :

t°C	0	10	30	a	70	80	100
P(cm.Hg)	b	71	76	78.5	86	88.5	93.5

أولاً : ارسم العلاقة البيانية بين درجة الحرارة (t) على المحور الأفقى ، والضغط (p) على المحور الرأسى .   ثانيًا : من الرسم أوجد :

١) قيم كلاً من : b ، a .   ٢) معامل الزيادة فى ضغط الغاز عند ثبوت حجمه .

(٤) [أ] قارن بين : معامل التمدد الحجمى لغاز ، ومعامل الزيادة فى ضغطه .

[ب] استنتج العلاقة الرياضية التالية : $\beta_p = \frac{\Delta p}{p_0 \cdot \Delta t}$

[جـ] أوجد الضغط الكلى المؤثر على قاع حوض به ماء مالح كثافته $1030\ kg/m^3$ ، ثم احسب القوة المؤثرة على قاع الحوض إذا كانت مساحة مقطع الحوض $1000\ cm^2$ وكان سطح الماء فى الحوض معرضًا لهواء الجوى ، وكان ارتفاع الماء فى الحوض 1 متر ، $g = 9.8\ m/s^2$ ، $pa = 1.013 \times 10^5\ N/m^2$

(١٦) امتحان الفيزياء (منطقة الغربية) لعام ١٤٣٨/١٤٣٩هـ ، ٢٠١٧/٢٠١٨م

• أجب عن الأسئلة الآتية :

(١) [أ] اختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس :

(١) عند زيادة الضغط المؤثر على كمية من سائل للضعف عند ثبوت درجة الحرارة فإن كثافة السائل ....

(تقل للنصف أ، تظل ثابتة أ، تزداد للضعف)

(٢) كمية من غاز عند درجة حرارة 27°C تكون درجة الحرارة التى يصبح عندها الضغط ثلاثة أمثال قيمته الأولى هى ....

(900°K ،أ 627°C ،أ جميع ما سبق)

(٣) وحدة قياس الضغط هى ....

(kg/s ،أ $Kg.m^{-1}s^{-1}$ ،أ $Kg.m^{-1}s^{-2}$)

(٤) سخنت كمية من غاز من درجة 27°C إلى 77°C مع ثبوت الضغط فزاد حجمها بمقدار $2\ cm^3$ يكون حجمها الأصلي قبل التسخين هو ....
($122\ cm^3$ ، أ $12\ cm^3$ ، أ $112\ cm^3$)

[ب] اذكر نص القانون العام للغازات ، واستنتجه رياضيًا.

[جـ] في محطة تشحيم السيارات كانت كتلة المكبس الكبير لجهاز رفع السيارات والسيارة فوقه 1.5 طن ومساحة مقطعه $0.2\ m^2$ ، احسب القوة على المكبس الصغير الذي مساحة مقطعه $40\ cm^2$ ويعلو مستواه عن مستوى المكبس الكبير بمقدار 2.5 m والمكبس مملوء بزيت كثافته $800\ kg/m^3$ ، علمًا بأن عجلة الجاذبية $9.8\ m/s^2$.

---

(٢) [أ] ما هي النتائج المترتبة على كل مما يأتي .... ؟

(١) استبدال الزئبق بالماء في المانومتر .

(٢) زيادة تركيز الأملاح في البول .

(٣) عدم وضع $\frac{1}{7}$ حجم الانتفاخ في جهاز جولي زئبق .

(٤) ملء إطار السيارة بالهواء تحت ضغط منخفض .

[ب] دورق به هواء سخن من 15°C إلى 87°C ، فكم نسبة حجم ما خرج منه من الهواء إلى ما كان موجود به ؟

---

(٣) [أ] اكتب المفهوم العلمي الدال عليه العبارات الآتية :

(١) أكبر قيمة لضغط الدم في الشريان .

(٢) درجة الحرارة التي ينعدم عندها حجم الغاز نظريًا.

(٣) عند ثبوت الحجم يزداد ضغط كمية معينة من غاز بمقدار $\frac{1}{273}$ من ضغطه الأصلي عند صفر سيلزيوس لكل ارتفاع في درجة الحرارة قدره درجة واحدة.

(٤) عند ثبوت الضغط يتناسب حجم مقدار معين من غاز تناسبًا طرديًا مع درجة حرارته الكلفينية .

[ب] اشرح تجربة عملية لإثبات أن الغازات المختلفة تتمدد بمقادير متساوية إذا ارتفعت درجة حرارتها بمقدار متساوى عند ثبوت الضغط .

[جـ] بالون حجمه 4 litre وضغط الهواء به 2 atm عند درجة (-3°C) فكم يكون ضغط الهواء في البالون عندما ترتفع درجة حرارته بمقدار 54°C ويصبح الحجم 6 litre ؟

(١) [أ] علل لكل مما يأتى تعليلا علميا مناسبا :

(١) يزداد حجم فقاعة من الهواء موجودة فى الماء كلما اقتربت من السطح .

(٢) فى تجربة شارل يجب أن يكون الغاز المحبوس جاف تماما .

(٣) معامل الزيادة فى الضغط ثابت لجميع الغازات عندما يكون حجم الغاز ثابت .

[ب] إذا كانت النسبة بين كثافتى غاز الميثان والإستيلين عند درجة 27°C هى 13:8 .
احسب درجة الحرارة التى تصبح عندها كثافة الأسيتلين تساوى مرة ونصف كثافة الميثان مع بقاء ضغط الغازين ثابت .

(١٧) امتحان الفيزياء (منطقة المنوفية) لعام ١٤٣٨/١٤٣٩هـ ٢٠١٧-٢٠١٨م

• أجب عن الأسئلة الآتية :

(١) [أ] اختر الإجابة الصحيحة من بين القوسين :

(١) فى المكبس الهيدروليكى النسبة بين الضغط على المكبس الكبير إلى الضغط على المكبس الصغير ....

(أكبر من أ. أقل من أ. تساوى أ. لا توجد إجابة صحيحة)

(٢) كمية من غاز فى درجة 27°C فإن درجة الحرارة التى يتضاعف عندها الضغط مع ثبوت الحجم هى .... درجة سيلزيوس .

(327 أ. 54 أ. 120 أ. 150)

(٣) يستخدم .... لتعيين ارتفاع مبنى .

(مانومتر أ. بارومتر أ. هيدرومتر)

(٤) يوضع فى انتفاخ جهاز جولى .... حجمه زئبق . ([illegible] أ. $\frac{1}{4}$ أ. [illegible])

[ب] قارن بين الضغط الانقباضى والضغط الانبساطى .

[جـ] دورق به غاز فى درجة 7°C ، رُفعت درجة حرارته فخرج 25% من حجم الغاز الموجود به . احسب درجة الحرارة التى رفع إليها .

(٢) [أ] علل لكل مما يأتى :

(١) للغازات قابلية للانضغاط . (٢) يستخدم الزئبق كمادة بارومترية .

[ب] اذكر اثنين من العوامل التى يتوقف عليها الضغط عند نقطة فى باطن سائل ، ثم اكتب العلاقة الرياضية لحساب الضغط عند نقطة فى باطن سائل .

[جـ] وضع انتفاخ جهاز جولي في ثلج منصهر في $0^\circ C$ فلوحظ أن سطح الزئبق في الفرع الخالص ينخفض عن سطحه في الفرع الآخر بمقدار 4 cm ، وكان الضغط الجوي 75 cm.Hg . أوجد درجة الحرارة عندما يكون سطح الزئبق في الفرع الخالص أعلى من سطحه في الفرع الآخر بمقدار 18 cm .

---

(٣) [أ] ما المقصود بكل من :

(١) الضغط الانقباضي . (٢) القانون العام للغازات .

[ب] في تجربة لتحقيق قانون بويل حصلنا على النتائج التالية :

ضغط الغاز بالكيلو باسكال P	400	a	160	80
حجم الغاز بالمتر المكعب V_{ol}	2	2.5	5	10

ارسم العلاقة البيانية بين $\frac{1}{V_{ol}}$ على المحور الأفقي و p على المحور الرأسي

ومن الرسم أوجد : (١) قيمة الضغط (a) بالكيلو باسكال .

(٢) العلاقة بين الضغط والحجم .

---

(٤) [أ] ما معنى قولنا أن :

(١) كثافة الألومنيوم = $2700\ kg/m^3$. (٢) الضغط عند نقطة = $50\ N/m^2$.

[ب] أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع ارتفاعها الرأسي 60 cm مُلئت إلى منتصفها بالماء صب في أحد فرعيها كيروسين كثافته $800\ kg/m^3$. احسب أقصى ارتفاع للكيروسين اللازم صبه ، ثم احسب ارتفاع الماء في الفرع الآخر علمًا بأن كثافة الماء $1000\ kg/m^3$.

(١٨) امتحان الفيزياء (منطقة الشرقية) لعام ١٤٣٨/١٤٣٩هـ . ٢٠١٧/٢٠١٨م

• أجب عن الأسئلة الآتية :

(١) [أ] علل لما يأتي :

(١) لا يتأثر ارتفاع الزئبق في البارومتر بمساحة مقطع الأنبوبة .

(٢) تقل كثافة الحمض في البطارية عند نقص شحن البطارية .

(٣) معامل الزيادة في الضغط لجميع الغازات مقدار ثابت عند ثبوت الحجم .

[ب] مقدار من غاز يشغل فى درجة 27°C وتحت ضغط 60 cm.Hg حجمًا قدره $380\ cm^3$ ، فكم يكون حجمه عند معدل الضغط ودرجة الحرارة (S.T.P) ؟

[أ] اكتب المصطلح العلمى الدال على كل عبارة من العبارات الآتية :

(١) حاصل ضرب الكثافة النسبية لمادة وكثافة الماء فى نفس درجة الحرارة .

(٢) حاصل ضرب حجم كمية معينة من غاز فى ضغطها مقسومًا على درجة حرارتها على تدريج كلفن يساوى مقدار ثابت .

(٣) أقل قيمة لضغط الدم فى الشريان .

[ب] أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطع أحد فرعيها ثلاثة أمثال الفرع الآخر وضع بها كمية مناسبة من الماء ثم صُب زيت كثافته النسبية 0.8 فى الفرع المتسع فانخفض سطح الماء فيه بمقدار 1 cm ، أوجد ارتفاع عمود الزيت .

(٣) [أ] ما معنى قولنا .... ؟

(١) معامل التمدد الحجمى لغاز تحت ضغط ثابت $\frac{1}{273}\ k^{-1}$

(٢) النسبة بين مساحة المكبس الكبير إلى مساحة المكبس الصغير فى المكبس الهيدروليكى = 500 .

[ب] استنبط القانون العام للغازات رياضيًا .

(٤) [أ] اختر الإجابة الصحيحة من بين القوسين :

(١) عندما يُنكس وعاء به هواء من فوهته فى الماء فإن حجم الهواء به ....
(يزداد أ، يقل أ، لا يتغير)

(٢) ضغط السائل p عند نقطة فى باطنه يزداد بزيادة ....
(مساحة سطح السائل أ، عمق النقطة أ، درجة الحرارة أ، جميع ما سبق)

(٣) جزيئات الغاز تتحرك حركة ....
(انتقالية وعشوائية أ، انتقالية وتذبذبية أ، انتقالية فقط)

(٤) النسبة بين إزاحة المكبس الكبير إلى المكبس الصغير فى المكبس الهيدروليكى .... الواحد الصحيح .
(أكبر من أ، تساوى أ، أقل من)

[ب] فى تجربة عملية لتعيين حجم كتلة معينة من غاز جاف عند درجات حرارة مختلفة مع بقاء الضغط ثابتًا تم الحصول على النتائج المبينة فى الجدول الموضح :

الحجم V (cm^3)	7	7.6	8.2	8.6	8.8
درجة الحرارة t°C (سيلزيوس)	15	40	x	80	90

مثّل هذه النتائج بيانيًا بحيث تكون درجة الحرارة على المحور الأفقى والحجم على المحور الرأسى ، ومن الرسم البيانى ، أوجد كلاً مما يأتى :

(١) حجم الغاز عند صفر سيلزيوس .

(٢) درجة الحرارة x المقابلة للحجم $8.2\ cm^3$.

(٣) معامل التمدد الحجمى للغاز عند ثبوت الضغط .

(٤) درجة الحرارة التى ينعدم عندها حجم الغاز نظريًا .

(١٩) امتحان الفيزياء (منطقة الدقهلية) لعام ١٤٣٨/١٤٣٩هـ ، ٢٠١٧/٢٠١٨م

• أجب عن الأسئلة الآتية :

(١) [أ] ماذا يقصد بكل مما يأتى :

(١) الضغط عند نقطة = $120\ N/m^2$.

(٢) غاز مثالى فى (S.T.P) معدل الضغط ودرجة الحرارة .

[ب] اذكر الأساس العلمى لكل من :

(١) الاستدلال على مدى شحن بطارية السيارة .

(٢) الأنبوبة ذات الشعبتين .

[جـ] فى تجربة شارل لتعيين معامل التمدد الحجمى لغاز تحت ضغط ثابت كان طول عمود الهواء عند درجة انصهار الجليد 14.26 سم ، وطول عمود الهواء المحبوس عند 100°C = 19.48 سم . أوجد معامل التمدد الحجمى مع إهمال تمدد الزجاج .

(٢) [أ] اختر الإجابة الصحيحة من بين القوسين :

(١) النسبة بين الضغط الانقباضى إلى الضغط الانبساطى فى الشخص السليم ....

($\frac{120}{80}$ ، أ $\frac{8}{12}$ ، أ $\frac{80}{120}$)

(٢) وعاء به غاز ضغطه = P_a يُنقل خلال صمام إلى إناء آخر سعته 3 أمثال الأول لكنه مفرغ تمامًا يصبح الضغط فيه ....

($\frac{2}{3}P_a$ ، أ $\frac{1}{2}P_a$ ، أ $\frac{1}{3}P_a$ ، أ $\frac{1}{4}P_a$)

(٣) النسبة بين معامل التمدد الحجمى لغاز تحت ضغط ثابت إلى معامل زيادة ضغط غاز عند ثبوت الحجم .... الواحد .

(أكبر من أ، أقل من أ، يساوى)

(٤) أنبوبة بارومتر طولها h m. مقطعها $A\ m^2$ زادت مساحة المقطع إلى $3A\ m^2$ فإن ضغط السائل على القاعدة ....

(يزداد إلى ثلاثة أمثال أ، يقل إلى الثلث أ، يظل ثابتًا)

[ب] اذكر عاملين يتوقف عليها الضغط عند نقطة فى باطن سائل .

[جـ] مطلوب لإطار سيارة فرق ضغط قدره 5×10^5 باسكال ، أوجد القيمة المطلقة لضغط الهواء داخل الإطار بوحدات الضغط الجوى ، علمًا بأن ($Pa = 10^5$ باسكال)

---

(٣) [أ] اذكر السبب العلمى لكل من : (١) زيادة سُمك قاعدة السد العالى .

(٢) حركة جزيئات الجوامد متذبذبة ولا توجد بها حركة انتقالية عشوائية .

[ب] الرسم البيانى الذى أمامك يمثل علاقة فيزيائية بين حجم الغاز ودرجة الحرارة ، ما الذى تدل عليه النقطة A ، B ؟ ثم استنتج الميل وما يساويه من الرسم .

[جـ] فى محطة غسيل قطر أنبوبة الهواء المضغوط فى آلة الرفع الهيدروليكى 2 cm وقطر المكبس الكبير 32 cm . احسب ضغط الهواء اللازم لرفع سيارة كتلتها 2000 kg ، ($g = 10\ m/s^2$) .

---

(٤) [أ] اكتب المفهوم العلمى لكل من :

(١) عندما يؤثر ضغط على سائل محبوس فى إناء ، فإن الضغط ينتقل بتمامه إلى جميع أجزاء السائل وإلى جدران الإناء .

(٢) حاصل ضرب حجم مقدار معين من غاز في ضغطه مقسومًا على درجة حرارته على تدريج كلفن = مقدار ثابت .

(٣) مقدار الزيادة في وحدة الضغط المقاسة عند درجة $0°C$ إذا رفعت درجة حرارتها درجة واحدة عند ثبوت الحجم .

[ب] وضع بالون من المطاط به هواء محبوس حجمه 500 سم^3 ، وتحت ضغط P_a في إناء مكعب الشكل طول ضلعه 10 سم ،أحكم غلق الإناء . احسب الضغط النهائي داخل الإناء عند انفجار البالون مع إهمال حجم المطاط مع ثبوت درجة الحرارة .

(٢٠) امتحان الفيزياء (منطقة البحيرة) لعام ١٤٣٨/١٤٣٩هـ . ٢٠١٧/٢٠١٨م

• أجب عن الأسئلة الآتية :

(١) [أ] اكتب الاختيار المناسب لكل عبارة من العبارات الآتية :

(١) عند زيادة الحجم الأصلي للغاز للضعف وثبات الضغط فإن معامل التمدد الحجمي .... (يزداد للضعف أ، يقل للنصف أ، لا يتغير)

(٢) في المكبس الهيدروليكي الشغل المبذول على المكبس الكبير .... الشغل المبذول على المكبس الصغير .
(أكبر من أ، أقل من أ، يساوي)

(٣) عند ثبوت درجة الحرارة يكون حاصل الضرب (PV_{ol}) لكمية من غاز مقدار .... (ثابت أ، يتغير بتغير الضغط والحجم أ، يتغير بتغير الضغط)

[ب] إطار سيارة به هواء ضغطه 3 atm عند درجة حرارة $10°C$. احسب ضغط الهواء في الإطار عندما ترتفع درجة الحرارة بمقدار $40°C$ بفرض ثبوت حجم الإطار .

(٢) [أ] ماذا نعني بقولنا أن .... ؟

(١) الصفر المطلق = $-273°C$

(٢) معامل زيادة ضغط الغاز تحت حجم ثابت = $\frac{1}{273}$ كلفن$^{-1}$.

(٣) فرق الضغط في إطار سيارة = 4 ضغط جوي .

(ب) كانت الضغط الجوي عند سطح ماء بحيرة هو 1 atm ، ما عمق البحيرة إذا كان الضغط عند قاعها 3 atm (علمًا بأن كثافة الماء $1000\ kg/m^3$) ، الضغط الجوي $1.013 \times 10^5\ N/m^2$ ، $g = 9.8\ m/s^2$.

---

(٢) علل لما يأتي : (أ) يستخدم المكبس الهيدروليكي كمكبر للقوة .

(ب) الغازات قابلة للانضغاط .

(جـ) انتظام مقطع الأنبوبة الشعرية في تجربة شارل .

(د) دورق به هواء سخن من $15°C$ إلى $87°C$. فكم نسبة ما خرج منه من الهواء إلى ما كان موجودًا به ؟

---

(٣) [illegible] استنتج رياضيًا القانون العام للغازات .

(ب) مانومتر يحتوي على زئبق يتصل بمستودع به غاز محبوس ، فإذا كان فرق الارتفاع بين سطحي الزئبق في الفرعين 25 cm فاحسب فرق الضغط ، وكذلك الضغط المطلق للهواء المحبوس مقدرًا بوحدة N/m^2 . علمًا بأن :

الضغط الجوي يعادل $1.013 \times 10^5\ N/m^2$ وعجلة الجاذبية الأرضية $9.8\ m/s^2$ ،

وكثافة الزئبق = $13600\ kg/m^3$.

(٢) امتحان الفيزياء (منطقة بني سويف) لعام ١٤٣٨/١٤٣٩هـ ، ٢٠١٧/٢٠١٨م

أجب عن الأسئلة الآتية :

(١) (أ) اختر الإجابة الصحيحة من بين القوسين :

(١) الضغط الجوي المعتاد يعادل .... Bar

(1.013×10^7 ، أ ، 760 ، أ ، 1.013 ، أ ، 0.76)

(٢) يتوقف تسريب الغاز من داخل أسطوانة الغاز عندما يكون ضغط الغاز داخل الأسطوانة .... الضغط الجوي . (أكبر ، أ ، أقل من ، أ ، يساوي)

(٣) إذا نقص حجم كمية من غاز مثالي إلى النصف ووصلت درجة حرارته الكلفينية إلى النصف فإن ضغط الغاز يصبح .... الضغط الأصلي .

(ضعف ، أ ، ثلاثة أمثال ، أ ، أربعة أمثال)

[ب] فقاعة من الهواء حجمها $28\ cm^3$ على عمق $10.13\ m$ تحت سطح ماء عذب، احسب حجمها قبل أن تصل إلى سطح الماء مباشرة. بفرض أن درجة حرارة الماء عند العمق المشار إليه $7°C$، ودرجة الحرارة عند السطح $27°C$. علماً بأن عجلة الجاذبية $10\ m/s^2$، والضغط الجوى $1.013 \times 10^5\ N/m^2$، وكثافة الماء $1000\ kg/m^3$.

(٢) [أ] ما النتائج المترتبة على كل مما يأتى مع ذكر السبب إن امكن :

(١) زيادة عمق غواصة تحت سطح الماء بالنسبة للقوة المؤثرة على قمرتها.

(٢) وصول درجة حرارة الغاز إلى الصفر المطلق نظريًا.

(٣) خلط غازات مختلفة لا تتفاعل مع بعضها من حيث الحجم والضغط الكلى.

[ب] أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطع فرعها الأول $2\ cm^2$، والأخرى $1\ cm^2$ بها كمية من الماء، صُب فى الفرع المتسع كمية من الزيت فانخفض سطح الماء بمقدار $1.2\ cm$، احسب ارتفاع الزيت وكتلته (الكثافة النسبية للزيت 0.8).

(٣) [أ] اكتب المصطلح العلمى الدال على كل عبارة من العبارات الآتية :

(١) جهاز يستخدم لقياس الفرق بين ضغط غاز محبوس فى إناء والضغط الجوى.

(٢) كتل حجم معين من المادة فى درجة حرارة معينة إلى كتلة نفس الحجم من الماء عند نفس درجة الحرارة.

(٣) حاصل ضرب حجم مقدار معين من غاز فى ضغطه على درجة حرارته على تدريج كلفن يساوى مقدار ثابت.

[ب] قارن بين كلا من : معامل التمدد الحجمى لغاز من معامل زيادة الضغط لغاز من حيث : (الجهاز المستخدم لتعيين كل منهما ـ العلاقة الرياضية).

(٤) [أ] علل لكل مما يأتى تعليلا علميا مناسبا :

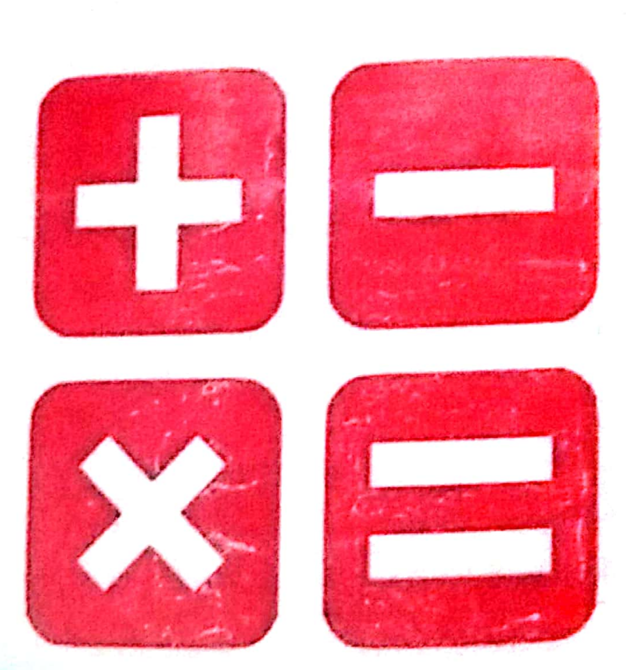
(١) تخضع السوائل لقاعدة باسكال بينما لا تخضع الغازات لها.

(٢) لا يستخدم المكبس الهيدروليكى فى زيادة الطاقة.

(٣) معامل الزيادة فى الضغط ثابت لجميع الغازات عند ثبوت الحجم.

[ب] مقدار من غاز يشغل فى درجة $27°C$ وتحت ضغط $60\ cm.Hg$ حجمًا قدره $180\ cm^3$. فكم يكون حجمه عند معدل الضغط ودرجة الحرارة (STP)؟

الإجابات النموذجية لامتحانات بعض الإدارات الفصل الدراسى الثانى



10.1 تحت سطح ماء عذب ،
رة . بفرض أن درجة حرارة
ارة عند السطح 27°C . علمًا
1.013×10^5 N/m ، وكثافة

سبب إن أمكن :

وة المؤثرة على قمرتها .
ريًا.

ت الحجم والضغط الكلى .
2 ، والأخرى cm^2 1 بها
ت فانخفض سطح الماء
افة النسبية للزيت 0.8) .

بارات الآتية :

فى إناء والضغط الجوى .
إلى كتلة نفس الحجم من

على درجة حرارته على

مل زيادة الضغط لغاز من
الرياضية) .

ازات لها .

ثبوت الحجم .
60 cm.H حجمًا قدره
الحرارة (STP) ؟

(١) حل امتحان (منطقة القاهرة) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠ ، ٢٠١٨/٢٠١٩ م

(١) [أ] (١) الضغط الانقباضى للدم . (٢) معامل زيادة الضغط لغاز .

(٣) صفر كلفن (الصفر المطلق)

[ب] $\frac{(V_{oL})_1 P_1}{T_1} = \frac{(V_{oL})_2 P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{60\times380}{300} = \frac{(V_{oL})_2\times76}{273}$

$(V_{oL})_2 = 273\ cm^3$

(٢) [أ] (١) لأن الضغط عند السطح أقل من الضغط عند القاع وتبعًا لقانون بويل يتناسب الحجم عكسيًا مع الضغط عند ثبوت درجة الحرارة .

(٢) لأنها نسبة بين كميتين من نفس النوع .

(٣) لأن الشغل المبذول عند المكبس الكبير يساوى الشغل المبذول على المكبس الصغير

[ب] (١) $\frac{F}{f} = \frac{A}{a} \Rightarrow \frac{mg}{f} = \frac{A}{a} \Rightarrow \frac{m\times10}{8000} = \frac{55\times10^{-4}}{5\times10^{-4}}$

$\therefore m = 8800\ kg$

(٢) $P = \frac{f}{a} = \frac{8000}{5\times10^{-4}} = 16\times10^{6}\ N/m^2$

(٣) [أ] (١) $\frac{1}{4}$ (٢) بعد النقطة عن السطح . (٣) $600°\ K$

[ب] نعدل حجم الغاز فى الحالة الأولى تحت ضغط 1 ض جوى إلى حجم تحت ضغط 1.5 ض جوى .

$P_1(V_{oL}) = P_2(V_{oL}) \Rightarrow \therefore 1\times60 = 1.5(V_{oL})'$

$(V_{oL})_1^1 = 40\ cm^3$

$\frac{(V_{oL})_1}{(V_{oL})_2} = \frac{1+\alpha_v t_1}{1+\alpha_v t_2} \Rightarrow \therefore \frac{40}{36.4} = \frac{1+27\alpha_v}{1+0}$

$\therefore 40 = 36.4 + 982.8\,\alpha_v$, $\therefore \alpha_v = 3.663\times10^{-3}\ K^{-1}$

(٤) [أ] انظر الكتاب .

[ب] $P = \frac{F}{A} = \frac{4000}{1000\times10^{-4}} = 4\times10^{4}\ N/m^2$

(١) [أ] (١) 1 تور .　　(٢) السائلة والغازية .

(٣) 2 لتر .　　(٤) انتقالية وعشوائية .

[ب] انظر الكتاب

---

(٢) [أ] (١) صفر كلفن [الصفر المطلق]　　(٢) قانون بويل .

(٣) قاعدة باسكال .　　(٤) الضغط الجوى .

[ب] $12 \times 15 + 50 \times 10 = P \times 5 \Rightarrow P(V_{oL}) = P_1(V_{oL}) + P_2(V_{oL})$

$P = 136 \text{ cm Hg}$

---

(٣) [أ] (١) يزاد ، طرديًا .　　(٢) $\frac{1}{2}P$

(٣) تقل .　　(٤) يظل ثابت .

[ب]

(١) $0.76 + 0.36 = 1.12 \text{ m.Hg} = 112 \text{ cm.Hg}$

(٢) $P = \frac{112}{76} = 1.4747 \text{ at.} = 1.4747 \times 1.013 \times 10^5 = 1.4938 \times 10^5 \text{ N/m}^2$

---

(٤) [أ]

(١) $\frac{F}{f} = \frac{A}{a} \Rightarrow \frac{m \times 10}{100} = \frac{800}{10} \Rightarrow \therefore m = 800 \text{ kg.}$

(٢) $\eta = \frac{A}{a} = \frac{800}{10} = 80$

[ب] (١) لأن عندما يكون ضغط الهواء داخل إطار السيارة منخفض يزداد مساحة السطح المعرض للإطار بالاحتكاك بالأرض فتزداد درجة حرارته .

(٢) لأن بعض الأمراض تسبب زيادة نسبة الأملاح فى البول فتزيد كثافة عن الحالة الطبيعية .

(٣) لاختلاف الوزن الذرى والمسافات البينية من عنصر لآخر .

(٤) لأن الضغوط المتساوية للغازات المختلفة تزداد بمقادير متساوية عند رفع درجة الحرارة لنفس الدرجة عند ثبوت الحجم .

[جـ] (١) η = الميل　　(٢) مقدار ثابت = $P(V_{oL})$ = الميل

(٣) حل امتحان (منطقة الشرقية) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠هـ، ٢٠١٨/٢٠١٩م

(٢) جول/م٣ .   (٣) 49 : 9

(١) [أ] (١) النصف .

[ب] (١) ينتقل الضغط بتمامه داخل المكبس .

(٢) تتحول قطرة الماء إلى (حجم كبير والذى لا يخضع لقوانين الغازات المثالية وبالتالى يكون معامل زيادة الضغط عند ثبوت الحجم غير صحيح .

---

(٢) [أ] (١) الكثافة النسبية لمادة : النسبة بين كثافة المادة إلى كثافة الماء عند نفس درجة الحرارة .

(٢) الصفر كلفن [الصفر المطلق] : درجة الحرارة التى ينعدم عندها ضغط الغاز نظريًا عند ثبوت حجمه .

(٣) القانون العام للغازات : حاصل ضرب حجم مقدار معين من غاز فى ضغطه مقسومًا على درجة حرارته على تدريج كلفن يساوى مقدار ثابت .

[ب]

$P = P_1 - P_2 = Pa + \rho_{\text{زئبق}} g h_1 + \rho_{\text{ماء}} g h_2 - Pa$

$P = \rho_{\text{زئبق}} g h_1 + \rho_{\text{ماء}} g h_2 = 13.6 \times 10^3 \times 10 \times 0.1 + 10^3 \times 10 \times 0.5$

$\therefore P = 18600\ N/m^2$

---

(٣) [أ] (١) لأن الضغط ينتقل بتمامه إلى جميع أجزاء السائل فيكون $\left(\frac{F}{A} = \frac{f}{a}\right)$

وبما أن A أكبر بكثير من a فتكون F أكبر بكثير من f .

(٢) لأن المسافات البينية بين جزيئات السوائل صغيرة فلا تسمح بالتقارب بين الجزيئات عند الضغط عليها .

(٣) لأن الحجوم المتساوية بين الغازات المختلفة تزداد بنفس المقدار إذا رفعت درجة حرارتها لنفس الدرجة عند ثبوت الضغط .

[ب]

$$\beta_p = \frac{P_{100}°C - P°C}{P_0 \times 100} = \frac{(76+33.6)-(76+4)}{(76+4)\times 100}$$

$\beta_p = 3.7 \times 10^{-3}$ كلفن$^{-1}$, $\Delta P = P_0\, \beta_p\, \Delta t$, $12.4 = 80 \times 3.7 \times 10^{-3}\, \Delta t$

$\Delta t = 41.89°\ C$,   درجة حرارة الغرفة $t = 41.89°\ C$

(١) [أ] (١) النسبة بين القوة المؤثرة على المكبس الكبير إلى القوى المؤثرة على المكبس الصغير = 100 .

(٢) أى أن مقدار الزيادة فى وحدة الضغوط لغاز عند رفع درجة الحرارة واحد درجة ابتداء من الصفر = $\frac{1}{273}$ من الضغط الأصل .

(٣) كتلة واحد متر مكعب من الزنبق = 13600 سم.كجم

[ب] $h_{كحول} = 13.5 \times 10^{-2}$ m , $h_{زيت} = 6 \times 2 = 12$ cm $= 12 \times 10^{-2}$ m

$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow 900 \times 12 \times 10^{-2} = \rho_2 \times 13.6 \times 10^{-2}$

$\rho_{2\,كحول} = 794.12$ Kg/m^2

(٤) حل امتحان (منطقة الغربية) لعام ١٤٤٠/١٤٣٩ ، ٢٠١٩/٢٠١٨ م

(١) [أ] (١) الضغط . (٢) الضغط الانقباضى للدم .

(٣) قانون شارل . (٤) القانون العام للغازات .

[ب] انظر الكتاب .

[جـ] $P = Pa + \rho gh \Rightarrow 4 \times 1.013 \times 10^5 = 1 \times 1.013 \times 10^5 + 10^3 \times 9.8 \times h$

$\therefore 3 \times 1.013 \times 10^5 = 10^3 \times 9.8 \times h \Rightarrow \therefore h = 31.01$ m

(٢) [أ] (١) $\frac{1}{2}$P (٢) يظل كما هو .

(٣) أكبر من . (٤) 313° C

[ب] (١) تزداد القوة المؤثرة على قمرتها .

(٢) تتحول قطرة الماء إلى حجم كبير من البخار والذى لا يخضع لقوانين الغازات المثالية وبالتالى تكون العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة حرارته لا تتفق مع قانون الضغط .

[جـ] $\frac{P_1(V_{oL})_1}{T_1} = \frac{P_2(V_{oL})_2}{T_2} \Rightarrow \frac{60 \times 380}{300} = \frac{76 \times (VoL)_2}{273}$

$(V_{oL})_2 = 273$ cm^3

(٣) [أ] (١) حتى يتحمل السد ضغط الماء الذى يزداد بزيادة العمق .

(٢) حتى يظل حجم الغاز المحبوس ثابتًا عند اختلاف درجات الحرارة ، وذلك لأن معامل التمدد الحجمي للزئبق سبعة أمثال معامل التمدد الحجمي لزجاج القارورة .

[ب]

معامل التمدد الحجمي لغاز	$\alpha_v = \frac{(V_{oL})_{100^\circ C} - (V_{oL})_{0^\circ C}}{(V_{oL})_{0^\circ C} \times 100}$
معامل الزيادة في حفظ الغاز	$\beta_P = \frac{P_{100^\circ C} - P_{0^\circ C}}{P_{0^\circ C} \times 100}$

[جـ]

$P_1(VoL)_1 + P_2(VoL)_2 = P(VoL)_t$

$\therefore 80 \times 100 + 75 \times 200 = 320\, p \quad \Rightarrow \quad P = 71.875 \text{ cm.Hg}$

(٤) [أ]

جهاز جولي	دراسة العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت الحجم. تعين معامل زيادة الضغط للغاز عند ثبوت حجمه .
قطرة حمض الكبريتيك في جهاز شارل	امتصاص بخار الماء من الهواء المحبوس ليكون جافاً .

[ب] انظر الكتاب .

[جـ]

$\frac{F}{A} = \rho g h + \frac{f}{a} \quad \Rightarrow \quad \frac{9.8 \times 1.5 \times 10^3}{0.2} = 800 \times 9.8 \times 2 + \frac{F}{40 \times 10^{-4}}$

$\therefore 57820 = \frac{F}{40 \times 10^{-4}} \qquad \therefore f = 231.28 \text{ N}$

(٥) حل امتحان (منطقة الإسماعيلية) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠هـ ، ٢٠١٨/٢٠١٩م

(١) [أ] (١) عمق المياه . (٢) 293° (٣) تساوى .

[ب]

$P_1(V_{oL})_1 = P_2(V_{oL})_2$

$(1.013 \times 10^5 + 10.13 \times 10 \times 10^3) \times 28 = 1.013 \times 10^5 (V_{oL})$

$\therefore (V_{oL})_2 = 56 \text{ cm}^3$

(٢) [أ] (١) لأن كثافة الزئبق كبيرة وبذلك يكون ارتفاعه مناسب لطول الأنبوبة البارومترية حيث $(h \propto \frac{1}{\rho})$ ، كما أن فراغ تورشيلي يكون مفرغًا إلا قليل من غاز الزئبق الذي يمكن إهماله في درجات الحرارة العادية .

(٢) حتى ينتقل الضغط بتمامه إلى جميع أجزاء الزيت ولا يستنفذ جزء من الشغل المبذول فى إنقاص حجم الفقاعات الغازية لأن الغاز قابل للانضغاط

(٣) لأن فى هذه التجارب يجب مراعاة الاحتياطات الآتية :

(أ) أن تكون الأنبوبة منتظمة المقطع حتى يكون طول عمود الهواء المحبوس مقياسًا للحجم .

(ب) أن يكون الهواء المحبوس جافًا تمامًا بوضع قطرة صغيرة من حمض الكبريتيك لامتصاص بخار الماء .

(جـ) أن يغمر عمود الهواء بالكامل فى الغلاف الزجاجى فى الجليد أو بخار الماء

(د) أن تنتظر فترة عند وضع الجليد فى الغلاف الزجاجى أو امرار بخار الماء فيه حتى تصبح درجة الحرارة الهواء المحبوس صفر سيلزيوس أو 100° سيلزيوس.

[ب]

$$\frac{P_1(V_{oL})_1}{T_1} + \frac{P_2(V_{oL})_2}{T_2} = \frac{P(V_{oL})_1}{T_1^{l}} + \frac{P(V_{oL})_2}{T_2}$$

$$\frac{600\times 76}{300} + \frac{600\times 76}{300} = \frac{P\times 600}{400} + \frac{P\times \cancel{300}}{\cancel{300}} \Rightarrow 3\times 76 = 2.5\,P$$

$$P = \frac{3\times 76}{2.5} = 91.2 \text{ cm Hg}$$

---

(٢) [أ] انظر الكتاب .

[ب] (١) أى أن النسبة بين القوة المؤثرة على المكبس الكبير إلى القوة المؤثرة على المكبس الصغير = 600 .

(٢) أى أن مقدار الزيادة فى وحدة الضغوط من الغاز عند $0^\circ C$ عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الحجم = $\frac{1}{273}$ من الضغط الأصلى .

[جـ]

$$\frac{P_1(V_{oL})_1}{T_1} = \frac{P_2(V_{oL})_2}{T_2} \Rightarrow \frac{60\times 350}{300} = \frac{76\times (VoL)_2}{273}$$

$$\therefore (V_{oL})_2 = 251.447 \text{ cm}^3$$

---

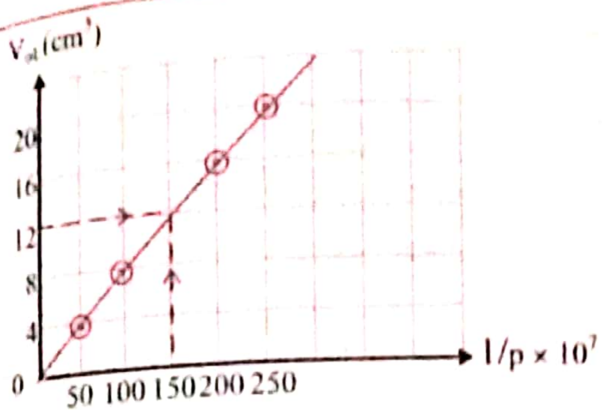
(٤) [أ]

(١) جهاز جولى	تعين معامل زيادة الضغط لغاز عند ثبوت حجمه .
	دراسة العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة حرارة عند ثبوت حجمه

(٢) قطرة الزئبق في جهاز شارل	حبس كمية من الهواء داخل الأنبوبة .
(٣) الزئبق في مستودع جولي	يظل حجم الهواء المحبوس ثابتًا أثناء التجربة مع تغير درجة الحرارة .

[ب] انظر الكتاب .

$x = 12\ m^3$



(٦) حل امتحان (منطقة دمياط) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠هـ ، ٢٠١٨/٢٠١٩م

(١) [أ] (١) معنى ذلك أن ضغط الغاز = 6 ضغط جوى .

(٢) النسبة بين كثافة الذهب إلى كثافة الماء في نفس درجة الحرارة = 19.3

[ب] انظر الكتاب .

[جـ]

1) $P = Pa + \Delta P = 75 + 30 = 105\ m.Hg$

2) $P = 105 \times 10^{-2} \times 13600 \times 10 = 1.428 \times 10^5\ N/m^2$

(٢) [أ]

	الشكل (١)	الشكل (٢)
الكمية التي تدل عليها النقطة A	الضغط الجوى عند سطح السائل (Pa)	الضغط الأصلي للغاز (P_0)
ميل الخط	ρg	$\beta_p = \frac{\Delta P}{P_o {}^\circ C \Delta t}$

[ب] انظر الكتاب .

[جـ]

$P_1 = P_a + \rho gh = 1.013 \times 10^5 + 1030 \times 20 \times 10 = 3.073 \times 10^5\ N/m^2$

$$\frac{P_1 (V_{oL})_1}{T_1} = \frac{P_2 (V_{oL})_2}{T_2} \Rightarrow \frac{3.07 \times 10^5 \times 7.7}{277} = \frac{1.013 \times 10^5 \times (V_{oL})_2}{305}$$

$(V_{oL})_2 = 25.69\ cm^3$

(٣) [أ] (١) لأن جزئيات الغاز بينها مسافات فاصلة كبيرة تسمح بتقارب الجزئيات عند تعرضها للضغط .

(٢) لأن كثافة الماء صغيرة جداً بالنسبة لكثافة الزئبق ، فإذا استخدم الماء نحتاج لأنبوبة يزيد طولها عن عشرة أمتار .

[ب] (١) تساوى . (٢) أكبر من .

[جـ] (١) $\rho gh_{ماء} = \rho gh_{زيت} \Rightarrow 100 \times 20 \times 10^{-2} = 900 \times h$

$\therefore h_{زيت} = 22.2 \times 10^{-2}\ m = 22.2\ cm.$

(٢) الضغط عند النقطة B

(٤) [أ] انظر الكتاب .

[ب] انظر الكتاب .

[جـ]

$$1)\ \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{76}{P_2} = \frac{273 + 20}{273 + 5}$$

$\therefore P_2 = 72.1092$ سم.ز

$2)\ \rho gh_{الجبل ماء} = \rho gh_{1\ زئبق} - \rho gh_2$

$\therefore 1.2\ h = 13600(0.76 - 0.721092) \Rightarrow \therefore h = 440.95\ m.$

(٧) حل امتحان (منطقة كفر الشيخ) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠هـ، ٢٠١٨/٢٠١٩ م

(١) [أ] (١) 293 (٢) 10^{-5}

(٣) يتضاعف ضغطه . (٤) ارتفاع درجة حرارة الإطار .

[ب] انظر الكتاب .

[جـ]

$$\frac{P_1(V_{oL})_1}{T_1} = \frac{P_2(V_{oL})_2}{T_2}$$

$$\frac{(1.013 \times 10^5 + 10.13 \times 10 \times 1000) \times 28}{280} = \frac{1.013 \times 10^5 \times (V_{oL})_2}{300}$$

$$\frac{2\times 1.013\times 10^5\times 28}{280}=\frac{1.013\times 10^5\times (V_{oL})_2}{300}$$

$$(V_{oL})_2=\frac{2\times 28\times 300}{280}=60\ cm^3$$

---

(٢) [أ] (١) يكون عمود الهواء المحبوس مقياساً للحجم .

(٢) يقل ضغط الغاز إلى النصف .

(٣) لا يصبح حجم الهواء المحبوس ثابتًا أثناء التجربة .

(٤) يكون ضغط الغاز فى المستودع مساويًا الضغط الجوى .

[ب] $\frac{P_1}{P_2}=\frac{T_1}{T_2}\quad\Rightarrow\quad\frac{P_1}{P_2}=\frac{388}{360},\quad P_2=\frac{360}{288}P_1=1.25P_1$

$\Delta P=P_2-P_1=1.25P_1-P_1=0.25P_1$

النسبة المئوية $=\frac{0.25\ P_1}{P_1}\times 100=25\%$

---

(٣) [أ] (١) $\alpha v=\frac{(V_{oL})_{100^\circ C}-(V_{oL})_{0^\circ C}}{(V_{oL})_{0^\circ C}\times 100}$

(٢) $P_1(V_{oL})_1=P_2(V_{oL})_2$

(٣) $\eta=\frac{F}{f}=\frac{A}{a}$

(٤) $\frac{P_1(V_{oL})_1}{T_1}=\frac{P_2(V_{oL})_2}{T_2}$

[ب] $\rho gh_{\text{ممن}}=\rho gh_{1\,\text{زئبق}}-\rho gh_{2\,\text{زئبق}}$

$\therefore \rho\times 200=13600(0.76-0.7415)\quad\Rightarrow\quad\therefore \rho_{\text{الهواء}}=1.258\ kg/m^3$

---

(٨) حل امتحان (منطقة الدقهلية) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠هـ ، ٢٠١٨/٢٠١٩م

(١) [أ] (١) الضغط الواقع على المساحة = $10^5\ N/m^2$.

(٢) درجة الحرارة التى ينعدم عندها حجم الغاز نظريًا عند ثبوت الضغط أو درجة الحرارة التى ينعدم عندها ضغط الغاز نظريًا عند ثبوت الحجم .

[ب] انظر الكتاب .

[جـ] $\frac{P_1(V_{oL})_1}{T_1} = \frac{P_2(V_{oL})_2}{T_2} \Rightarrow \frac{60 \times 400}{300} = \frac{(V_{oL})_2 \times 76}{273}$

$(V_{oL})_2 = 287.368\ cm^3$

---

(٢) [أ] (١) يقل للنصف .   (٢) $\frac{64}{9}$

(٣) يساوى .   (٤) موجبًا دائمًا .

[ب] انظر الكتاب .

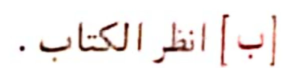
[جـ] $P = Pa + \rho gh \Rightarrow 4 \times 1.013 \times 10^5 = 1 \times 10^5 + 10^3 \times 9.8 \times h$

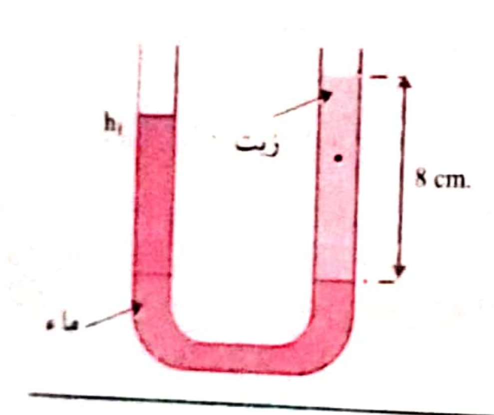
$\therefore 3 \times 1.013 \times 10^5 = 10^3 \times 9.8 \times h \Rightarrow \therefore h = 31.01\ m$

---

(٣) [أ] (١) لأن أى قطرة مـاء تتحـول بالتسـخين إلـى بخار وهـو لا يخضـع لقوانيـن الغازات المثالية مما يؤثر على القيمة المقاسة .

(٢) لأن الأوانى المستطرقة تكون فى مستوى واحد والضغط عند أى نقطـة فـى باطن سائل = ρgh وحيـث أن السـائل واحـد ومتجانس فيتـساوى عمق النقاط أن يكون السائل فيها فى مستوى أفقى واحد .


[ب] انظر الكتاب .



[جـ] $P_1 = P_2 \Rightarrow \rho_w h_w = \rho_0 h_0$

$\therefore h_2 = \frac{800 \times 8}{1000} = 6.4\ cm.$

---

(٤) [أ] (١) الضغط الأصلى للغاز .   - مقدار الارتفاع فى درجة الحرارة .

(٢) الوزن الذرى للعنصر .   - المسافات البينية بين الذرات .

[ب] (١) الضغط عند النقطة X = صفر تقريبًا .

(٢) $Pa = \rho g h = 13595 \times 9.8 \times 0.76 = 1.012556\ N/m^2$

(٩) حل امتحان (منطقة البحيرة) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠ ، ٢٠١٨/٢٠١٩ م

(١) [أ] (١) 1.013×10^5 (٢) 2 : 9 (٣) يظل ثابت .

[ب] 2 لتر = $(V_{oL})2$ $\Rightarrow$ $\frac{1}{(V_{oL})_2} = \frac{283}{566}$ $\Rightarrow$ $\frac{(V_{oL})_1}{(V_{oL})_2} = \frac{T_1}{T_2}$

---

(٢) [أ] (١) أى أن الضغط الانقباضى للدم 120 والضغط الانبساطى للدم = 80

(٢) أى أن النسبة بين كثافة الألومنيوم إلى كثافة الماء عند نفس درجة الحرارة = 2.7

(٣) أى أن ضغط الغاز فى المستودع = 90 سم.ز ، أو أن ضغط الغاز فى المستودع يزيد عن الضغط الجوى بمقدار 14 سم.ز

[ب]

$$\frac{P_1 (V_{oL})_1}{T_1} = \frac{P_2 (V_{oL})_2}{T_2} \Rightarrow \frac{380 \times 60}{300} = \frac{(V_{oL})_2 \times 76}{273}$$

$\therefore (V_{oL})_2 = 273 \text{ cm}^3$

---

(٣) [أ] (١) عندما يكون النقطتان فى مستوى أفقى واحد .

(٢) عند درجة صفر كلفن .

(٣) طول الزئبق البارومترية = ارتفاع الزئبق فى الأنبوبة .

[ب]

$$P_1 (V_{oL})_1 = P_2 (V_{oL})_2 , \Rightarrow 70(V_{oL})_1 = P_2 \times 2(V_{oL})_1$$

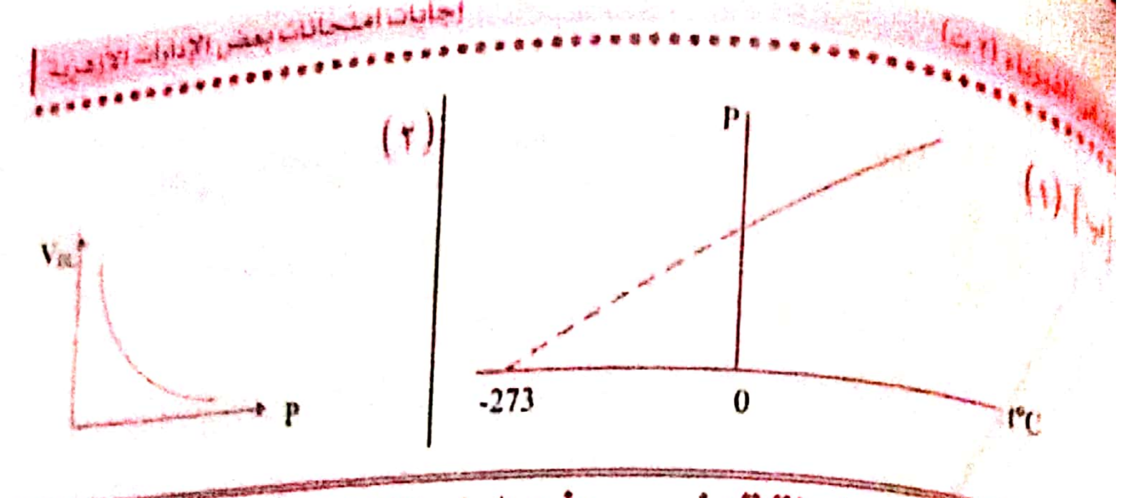
$\therefore P_2 = 35 \text{ cm Hg}$

---

(٤) [أ] (١) حتى يظل حجم الغاز المحبوس ثابتًا عند اختلاف درجات الحرارة وذلك لأن معامل التمدد الحجمى للزئبق سبعة أمثال معامل التمدد الحجمى لزجاج الانتفاخ .

(٢) لأن جزئيات الغاز بينها مسافات فاصلة كبيرة نسبيًا تتقارب الجزئيات عند تعرضها للضغط .

(٣) لأنها نسبة بين كميتين من نفس النوع .



(١٠) حل امتحان (منطقة بنى سويف) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠هـ، ٢٠١٨/٢٠١٩م

[أ] (١) 1.013 (٢) أكبر من (٣) تزيد ويقل

[ب] انظر الكتاب .

[أ] (١) المائع . (٢) درجة صفر كلفن .

(٣) الضغط الجوى .

[ب] $P_1 (V_{oL})_1 = P_2 (V_{oL})_2 \Rightarrow 2 \times 350 = 1(V_{oL})_2 \Rightarrow (V_{oL})_2 = 700 \text{ cm}^3$

[أ] (١) أى أن القوة المتوسطة المؤثرة عموديًا على وحدة المساحات عند تلك النقطة = 1500 نيوتن .

(٢) حاصل ضرب حجم مقدار معين من غاز فى ضغطه مقسومًا على درجة حرارته على تدريج كلفن يساوى مقدار ثابت .

[ب] $(\rho_1 h_1 g)_{ماء} = (\rho_1 h_1 g)_{زيت} \Rightarrow 3 \times 1 \times 10^{-2} \times 1000 = 0.8 \times 1000 h_2$

$\therefore h_2 = 3.75 \times 10^{-2} \text{ m} = 3.75 \text{ cm.}$

---

(٤) [أ] (١) حتى يظل حجم الغاز ثابتًا عند اختلاف درجات الحرارة وذلك لأن معامل التمدد الحجمى للزئبق سبعة أمثال معامل التمدد الحجمى لزجاج الانتفاخ

(٢) لأن الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تزداد بمقدار متساوية إذا رفعت درجة حرارتها لنفس الدرجة عند ثبوت الضغط .

[ب] $\Delta P = Pa + \rho gh - Pa = \rho gh = 1030 \times 9.8 \times 50 = 5.047 \times 10^5 \text{ N/m}^2$

$F = PA = \rho \pi r^2 = 5.047 \times 10^5 \times \frac{22}{7} \times (21 \times 10^{-2})^2 = 69.95 \times 10^3 \text{ N}$

(١١) حل امتحان (منطقة سوهاج) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠، ٢٠١٨/٢٠١٩ م

(١) [أ] (١) الكثافة النسبية للألومنيوم .

(٢) معامل التمدد الحجمي لغاز عند ثبوت الضغط .

(٣) الفائدة الآلية للمكبس الهيدروليكي . (٤) الضغط عند نقطة .

[ب]

$$p = Pa + \rho gh = 1.013 \times 10^5 + 1030 \times 1 \times 10 = 1.116 \times 10^5\ N/m^2$$

$$F = PA = 1.116 \times 10^5 \times 1000 \times 10^{-4} = 1.116 \times 10^4\ N$$

(٢) [أ] انظر الكتاب .

[ب]

$$\frac{(V_{oL})_1}{(V_{oL})_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{50}{(V_{oL})_2} = \frac{273}{364}$$

$$(V_{oL})_2 = \frac{50 \times 364}{273} = 66.666\ cm^3$$

(٣) [أ] انظر الكتاب .

[ب]

$$\frac{P_1(V_{oL})_1}{T_1} = \frac{P_2(V_{oL})_2}{T_2} \Rightarrow \frac{60 \times 80}{300} = \frac{76 \times (V_{oL})_2}{273}$$

$$\therefore (V_{oL})_2 = 57.47\ cm^3$$

(١٢) حل امتحان (منطقة قنا) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠، ٢٠١٨/٢٠١٩ م

(١) [أ] (١) قانون بويل . (٢) فراغ تورشيلي .

(٣) الكثافة النسبية للمادة . (٤) الضغط الانبساطي للدم .

[ب]

$$\frac{P_1(V_{oL})_1}{T_1} = \frac{P_2(V_{oL})_2}{T_2}$$

$$\frac{(1.013 \times 10^5 + 10.13 \times 10 \times 10^3)0.28}{280} = \frac{1.013 \times 10^5 (V_{oL})_2}{300}$$

$$\therefore (V_{oL})_2 = 0.6\ cm^3$$

(٢) [أ] (١) $\frac{1}{273}$ (٢) السوائل .

(٣) 1.013 . (٤) حجم وضغط

[ب] (١) حتى يظل حجم الغاز المحبوس ثابتًا عند اختلاف درجات الحرارة وذلك لأن معامل التمدد الحجمي للزئبق سبعة أمثال معامل التمدد الحجمي لزجاج الانتفاخ .

(٢) لاختلاف الوزن الذري والمسافات البينية من عنصر لآخر .

(٣) لوجود قوى احتكاك بين المكبسين وجدار الأنبوبة بالإضافة إلى وجود فقاعات غازية في السائل تستهلك شغلاً في تقليل حجمها .

---

(٢) [أ] (١) $\propto v$ (٢) الضغط الكلي عند نقطة في باطن سائل .

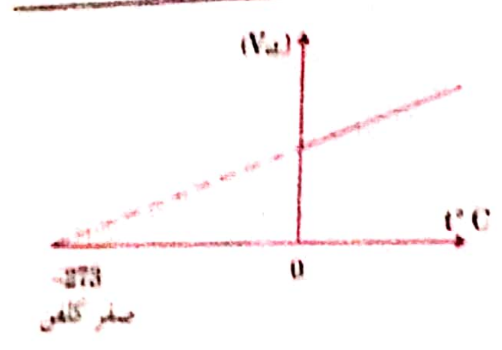
(٣) الكثافة (ρ) (٤) $T°K$

[ب] انظر الكتاب .

---

(٤) [أ] انظر الكتاب .

[ب]



[جـ] $\frac{F}{f} = \frac{A}{a} \Rightarrow \frac{200}{f} = \frac{24\times10^{-4}}{2\times10^{-4}}$ $\therefore f = \frac{400}{24} = 16.67\ N$

$\therefore \eta = \frac{A}{a} = \frac{24}{2} = 12$

---

(١٣) حل امتحان (منطقة الأقصر) لعام ١٤٣٩/١٤٤٠ ، ٢٠١٨/٢٠١٩ م

(١) [أ] (١) البارومتر الزئبقي . (٢) الضغط عند نقطة .

(٣) صفر كلفن (الصفر المطلق) .

[ب] انظر الكتاب .

---

(٢) [أ] (١) الضغط . (٢) (P_a) الضغط الجوي .

(٣) (T) درجة الحرارة على تدريج كلفن .

[ب]

$$\frac{P(V_{ol.})_1}{A_1} = \frac{P(V_{ol.})_2}{A_2} \Rightarrow P_{مكبس} = P_{خارجي}$$

$$\frac{1000 \times 10^{-6}}{100 \times 10^{-4}} = \frac{3 \times 20 \times 10 \times 10^{-6}}{A_2} \Rightarrow A_2 = 30 \times 20 \times 10^{-4}$$

يوضع المتوازى على الوجه أبعاده (30 × 20)

---

(٣) [أ] (١) الضغط الجوى .   (٢) موجبة دائمًا .   (٣) $313^\circ C$

[ب] انظر الكتاب .

---

(٤) [أ] (١) $\frac{P}{T}$ = الميل   (٢) الميل = $\frac{\Delta(V_{ol.})}{\Delta t} = \alpha v (V_o L)_0 . C$

(٣) الميل = $\frac{P}{h} = \rho g$

[ب] (١) لأن جزيئات الغاز بينهما مسافات فاصلة كبيرة نسبيًا تسمح بتقارب الجزيئات عند تعرضها للضغط .

(٢) حتى لا يندفع الزئبق من الأنبوبة داخل الانتفاخ عند التبريد حيث يصبح الضغط خارج الانتفاخ أكبر من ضغط الغاز فى الانتفاخ .

---

(١٤) حل امتحان (منطقة القاهرة) لعام ١٤٣٨/١٤٣٩هـ ، ٢٠١٧/٢٠١٨م

(١) [أ] (١) الضغط الجوى .   (٢) كثافة مادة .   (٣) قانون بويل .

[ب]

$$\rho g h_{ارتفاع الجبل} = \rho g h_{1 زئبق} + \rho g h_{2 زئبق}$$

$$\therefore 1.3 \times h = 13600(0.76 - 0.72) \qquad \therefore h_{الجبل} = 418.48 \text{ m}$$

---

(٢) [أ] (١) حتى ينتقل الضغط بتمامه إلى جميع أجزاء الزيت ولا يستنفذ جزء من الشغل المبذول فى إنقاص حجم الفقاعات الغازية لأن الغاز قابل للانضغاط .

(٢) لأنه تبعًا للعلاقة $(P = \rho g h)$ يتوقف الارتفاع فى البارومتر على كثافة الزئبق فقط ولا يتوقف على مساحة مقطع الأنبوبة البارومترية .

(٣) لأنه طبقًا لقانون بويل يتناسب حجم الغاز عكسيًا مع الضغط عند ثبوت درجة الحرارة .

[ب] ضغط الغاز عند الجانب الأيمن للمكبس :

$P_1(V_{oL})_1 = P_2(V_{oL})_2$

$\therefore 75 \times (V_{oL})_1 = P_2 \times \frac{1}{2}(V_{oL})_1 \qquad \therefore P_2 = 150\ cm.Hg$

ضغط الغاز عند الجانب الأيسر للمكبس :

$P_1(V_{oL})_1 = P_3(Vol)_3$

$\therefore 75 \times (V_{oL})_1 = P_3 \times 1.5(V_{oL})_1 \qquad \therefore P_3 = 50\ cm.Hg$

$\therefore \Delta P = P_2 - P_3 = 150 - 50 = 100\ cm.Hg$

---

(٣) [أ] انظر الكتاب .

[ب] $\frac{(V_{oL})_1}{(V_{oL})_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{(V_{oL})_1}{(V_{oL})_2 + \Delta V_{oL}} = \frac{15+273}{87+273}$

$\frac{\Delta(V_{oL})}{(V_{oL})_2} = \frac{1}{4}$

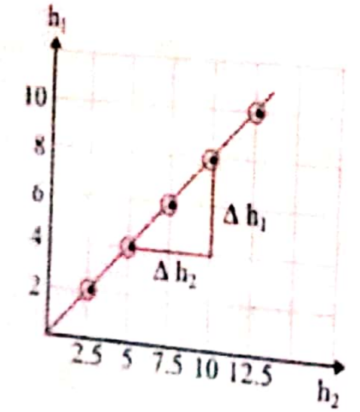
---

(٤) [أ] (١) تتحول إلى كمية كبيرة من البخار والذى لا يخضع لقوانين الغازات المثالية وبالتالى تكون قيمة معامل زيادة الضغط المقاسة غير دقيقة .

(٢) تزداد القوة المؤثرة على القمرة لأنه بزيادة العمق يزداد الضغط فتزداد القوة المؤثرة .

(٣) يشغل كل غاز حجم الإناء كله حيث تدخل جزيئات الغاز فى المسافات البينية للغازات الأخرى أما ضغط الخليط فيساوى مجموع ضغوط الغازات .

[ب]



$slope = \frac{\Delta h_1}{\Delta h_2}$

$= \frac{8-4}{10-5} = \frac{4}{5}$

$= 0.8$

$\because slope = \frac{\rho_{\text{زيت}}}{\rho_{\text{ماء}}}$

$\therefore \rho_{\text{نسبية للزيت}} = 0.8$

(١٥) حل امتحان (منطقة القليوبية) لعام ١٤٣٨/١٤٣٩هـ ،٢٠١٧/٢٠١٨م

(١) [أ] (١) الحركة البراونية . (٢) الضغط الانبساطي .

(٣) الفائدة الآلية للمكبس . (٤) القانون العام للغازات .

[ب] (١) أي أن مقدار الزيادة في وحدة الحجوم من الغاز عند $0°C$ عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الضغط = $\frac{1}{273}$ من الحجم الأصلي .

(٢) أي أن درجة الحرارة التي ينعدم عندها ضغط الغاز نظريًا عند ثبوت الحجم = $-273°C$ ، أو درجة الحرارة التي ينعدم عندها حجم الغاز نظريًا عند ثبوت الضغط = $-273°C$.

[جـ]

$P_1(V_{oL})_1 = P_2(V_{oL})_2$

$\therefore P_a \times 350 = 2 P_a (V_{oL})_2$

$\therefore (V5)_2 = 175\ cm^2$

---

(٢) [أ] (١) نيوتن/م٢ أ، باسكال . (٢) مساويًا .

(٣) K^{-1} (٤) يقل للنصف .

[ب] (١) يزداد الفرق بين سطحي السائل في فرعي الأنبوبة المانومترية ، لأن كثافة السائل تتناسب عكسيًا مع الفرق بين سطحي السائل ($\Delta h \alpha \frac{1}{\rho}$)

(٢) يزداد حجم فراغ تورشيلي ، لأن ارتفاع الزئبق يقل بالارتفاع .

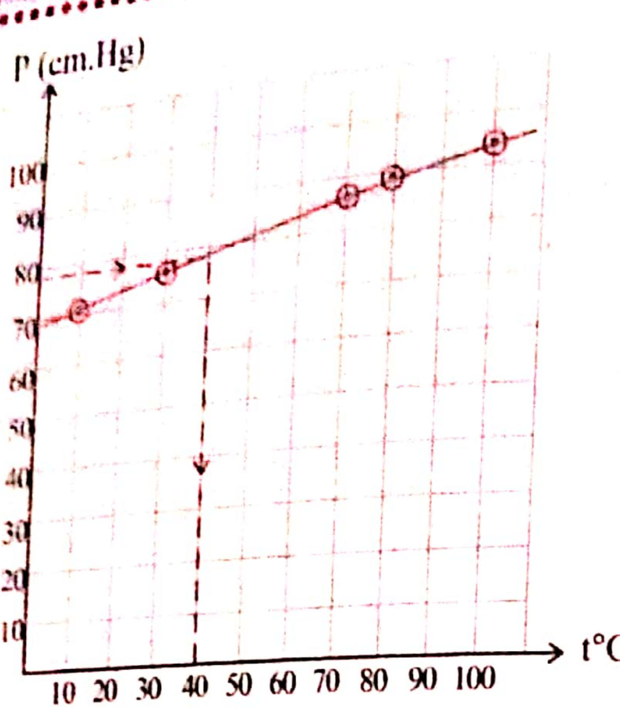
(٣) يتضاعف حجم الغاز حيث يتناسب الحجم طرديًا مع درجة الحرارة على تدريج كلفن عند ثبوت الضغط ($(V_{oL}) \propto T$) .

---

(٣) [أ] (١) حتى يظل حجم الغاز المحبوس ثابتًا عند اختلاف درجة الحرارة ، وذلك لأن معامل التمدد الحجمي للزئبق سبعة أمثال معامل التمدد الحجمي لزجاج القارورة .

(٢) لأن قوى التماسك بين جزيئات الغاز تكاد تكون منعدمة .

(٣) حتى يكون طول عمود الهواء المحبوس مقياسًا للحجم .



[ب] (١) $b = 68.5\ cm.Hg$

$a = 40°C$

(٢) $\beta_P = \frac{P_{100°C} - P_{0°C}}{P_{0°C} \times 100}$

$= \frac{93.5 - 68.5}{68.5 \times 100}$

$= 0.00365\ K^{-1}$

---

(٤) [أ] انظر الكتاب .   [ب] انظر الكتاب .

[جـ] $P_{\text{على القاع}} = P_a + \rho gh = 1.013 \times 10^5 + 1030 \times 1 \times 9.8$

$= 111394\ N/m^2$

$\therefore F = P A = 111394 \times 1000 \times 10^{-4} = 11139.4\ N$

---

(١٦) حل امتحان (منطقة الغربية) لعام ١٤٣٨/١٤٣٩هـ ،٢٠١٧/٢٠١٨م

(١) [أ] (١) تزداد للضعف .   (٢) $627°C$

(٣) $Kg.m^{-1}s^{-2}$.   (٤) $12\ cm^3$

[ب] انظر الكتاب .

[جـ] $\frac{F}{A} = \frac{f}{a} + \rho gh \Rightarrow \frac{1500 \times 9.8}{0.2} = \frac{f}{40 \times 10^{-4}} + 800 + 9.8 \times 2.5$

$\therefore 73500 = \frac{f}{40 \times 10^{-4}} + 19600 \Rightarrow 53900 = \frac{f}{40 \times 10^{-4}}$

$\therefore f = 53900 \times 40 \times 10^{-4} = 215.6\ N$

---

(٢) [أ] (١) يزداد الفرق بين سطحى السائل فى فرعى الأنبوبة المانومترية .

(٢) يستدل على الإصابة بعض الأمراض التى تؤدى إلى زيادة إفراز الأملاح .

(٣) يختلف حجم الغاز المحبوس لتمدد زجاج القارورة وبالتالى لا يصبح حجم الغاز ثابتًا يكون معامل زيادة الضغط عند ثبوت الحجم غير صحيح .

(٤) تزداد مساحة التماس بين الإطار والطريق فتزداد قوى الاحتكاك ويسخن الإطار .

[ب]

$$\frac{V}{V+\Delta V} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{273+15}{273+87} \Rightarrow \therefore \frac{V}{V+\Delta V} = \frac{4}{5}$$

$$\therefore 5V = 4V + 4\Delta V \Rightarrow \therefore V = 4\,\Delta V$$

$$\therefore \frac{\Delta V}{V} = \frac{1}{4}$$

(٣) [أ] (١) الضغط الانقباضى . (٢) صفر كلفن .

(٣) قانون الضغط . (٤) قانون شارل .

[ب] انظر الكتاب .

[جـ]

$$\frac{P_1 (V_{oL})_1}{T_1} = \frac{P_2 (V_{oL})_2}{T_2} \Rightarrow \frac{2P_a \times 4}{270} = \frac{P_2 \times 6}{327}$$

$$\therefore P_2 = \frac{2P_a \times 4 \times 327}{270 \times 6} = 1.615\ P_a = 1.615\ \text{atm.}$$

(٤) [أ] (١) لأن الضغط عند السطح أقل من الضغط عند القاع وتبعًا لقانون بويل يتناسب الحجم عكسيًا مع الضغط عند ثبوت درجة الحرارة .

(٢) لأن أى قطرة ماء تتحول بالتسخين إلى بخار ماء وهو لا يخضع لقوانين الغازات المثالية مما يؤثر على دقة القيمة المقاسة لمعامل زيادة الحجم تحت ضغط ثابت (α_v) .

(٣) لأن الضغوط المتساوية للغازات المختلفة تزداد بمقادير متساوية عند رفع درجة حرارتها بمقادير متساوية بشرط ثبوت الحجم .

[ب]

$$\frac{\rho_{ميثان}}{\rho_{1\,أستيلين}} = \frac{8}{13} \Rightarrow \rho_{1\,أستيلين} = \frac{13\rho_{ميثان}}{8}$$

$$\frac{\rho_{ميثان}}{\rho_{2\,أستيلين}} = \frac{1}{1.5} \Rightarrow \rho_{2\,أستيلين} = \frac{3\rho_{ميثان}}{2}$$

$$\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2} \Rightarrow \frac{8\cancel{P}}{13\cancel{\rho}_{ميثان} \times 300} = \frac{2\cancel{P}}{3\cancel{\rho}_{ميثان} \times T_2}$$

$\therefore T_2 = \frac{13 \times 300}{12} = 325$ $\therefore t_2 = 325 - 273 = 52°C$

(١٧) حل امتحان (منطقة المنوفية) لعام ١٤٣٨/١٤٣٩هـ . ٢٠١٧/٢٠١٨م

(١) [أ] (١) تساوى . (٢) 327 (٣) بارومتر . (٤) $\frac{1}{7}$

[ب] انظر الكتاب .

[جـ] $\frac{(V_{oL})}{1.25(V_{oL})} = \frac{280}{T_2} \Rightarrow \frac{(V_{oL})}{(V_{oL})+0.25(V_{oL})} = \frac{T_1}{T_2}$

$\therefore t_2 = 350 - 273 = 77°C$ $\therefore T_2 = 359°K$

(٢) [أ] (١) لأن جزيئات بينها مسافات فاصلة كبيرة نسبيًا تسمح بتقارب الجزيئات عند تعرضها للضغط .

(٢) لأن كثافة الزئبق كبيرة وبذلك يكون ارتفاعه مناسبًا لطول أنبوبة البارومتر، كما أن فراغ تورشيلى يكون مفرغًا إلا من قليل من بخار الزئبق الذى يمكن إهماله فى درجات الحرارة العادية وبالتالى يكون الضغط داخله منعدم تقريبًا .

[ب] (١) كثافة السائل – عمق النقطة

إذا كان معرض للهواء : $P = P_a + \rho gh$

إذا كان غير معرض للهواء : $P = \rho gh$

(٢) $\therefore \frac{71}{93} = \frac{273}{T_2}$ $\therefore \frac{75-4}{75+18} = \frac{273}{T_2}$ $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow$

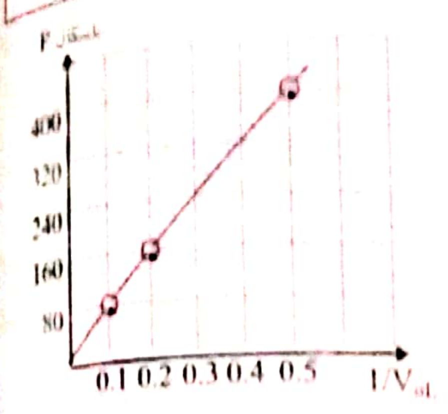
$\therefore T_2 = 357.59°K \Rightarrow \therefore t_2 = 84.59°C$

(٣) [أ] (١) **الضغط الانقباضى :** أقصى قيمة لضغط الدم بالشريان عندما تنقبض عضلة القلب .

(٢) **القانون العام للغازات :** حاصل ضرب حجم مقدار من غاز فى ضغطه مقسومًا على درجة حرارته على تدريج كلفن يساوى مقدار ثابت .

[ب]

P ضغط الغاز بالكيلو باسكال	400	a	160	80
V_{ol} حجم الغاز بالمتر المكعب	2	2.5	5	10
$1/V_{ol}$ مقلوبة حجم الغاز م⁻³	0.5	0.4	0.2	0.1



(١) $a = 320$ كيلو باسكال

(٢) $\text{slope} = \dfrac{P}{1/V_{ol}} = P\,V_{ol}$

$P\,V_{ol}$ = مقدار ثابت

$P_1(V_{ol})_1 = P_2(V_{ol})_2$

---

(٤) [أ] (١) أي أن كتلة وحدة الحجوم من الألومنيوم = 2700 kg .

(٢) أي أن القوة المتوسطة المؤثرة عموديًا على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة تساوي 50 N .

(٣) أي أن مقدار الزيادة في وحدة الحجوم من الغاز عند $0°C$ عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الضغط = $\frac{1}{273}$ من الحجم الأصلي .

[ب] $h_{ماء} = 2x$ ، $h_{كيروسين} = 0.30 + (x)$,

$\rho_{1}h_{1} = \rho_2 h_2$ كيروسين $\Rightarrow \therefore 800(0.3 + x) = 1000(2x)$

$\therefore 2.4 + 8x = 20x \Rightarrow \therefore 12x = 2.4$

$\therefore x = \dfrac{2.4}{12} = 0.2\ m = 20\ cm.$

أقصى ارتفاع للكيروسين = $30 + 20 = 50\ cm.$

$h_{ماء} = 2x = 2 \times 20 = 40\ cm.$

(١) [أ] (١) لأنه تبعاً للعلاقة $(P = \rho g h)$ يتوقف ارتفاع الزئبق فى البارومتر على كثافة الزئبق فقط ، ولا يتوقف على مساحة مقطع الأنبوبة البارومترية .

(٢) بسبب استهلاك حمض الكبريتيك فى تفاعله مع ألواح الرصاص وتكوين كبريتات رصاص .

(٣) لأن الضغوط المتساوية من الغازات المختلفة تزداد بمقادير متساوية عند رفع درجة حرارتها لنفس الدرجة عند ثبوت الحجم .

[ب] $\frac{P_1 (V_{oL})_1}{T_1} = \frac{P_2 (V_{oL})_2}{T_2} \Rightarrow \frac{60 \times 380}{300} = \frac{76 \times (V_{oL})_2}{273}$

$\therefore (V_{oL})_2 = \frac{60 \times 380 \times 273}{300 \times 76} = 273\ cm^3$

---

(٢) [أ] (١) كثافة المادة .
(٢) القانون العام للغازات .
(٣) الضغط الانبساطى .

[ب] h ماء $= 1 + \frac{A_2}{A_1} \times 1 = 1 \times \frac{3}{1} \times 1 = 4\ cm.$

زيت $\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow 0.8 \times 1000\ h_1 = 1000 \times 4 \times 10^{-2}$

$\therefore h_1$ (ارتفاع الزيت) $= \frac{4 \times 10^{-2}}{0.8} = 5 \times 10^{-2}\ m. = 5\ cm.$

---

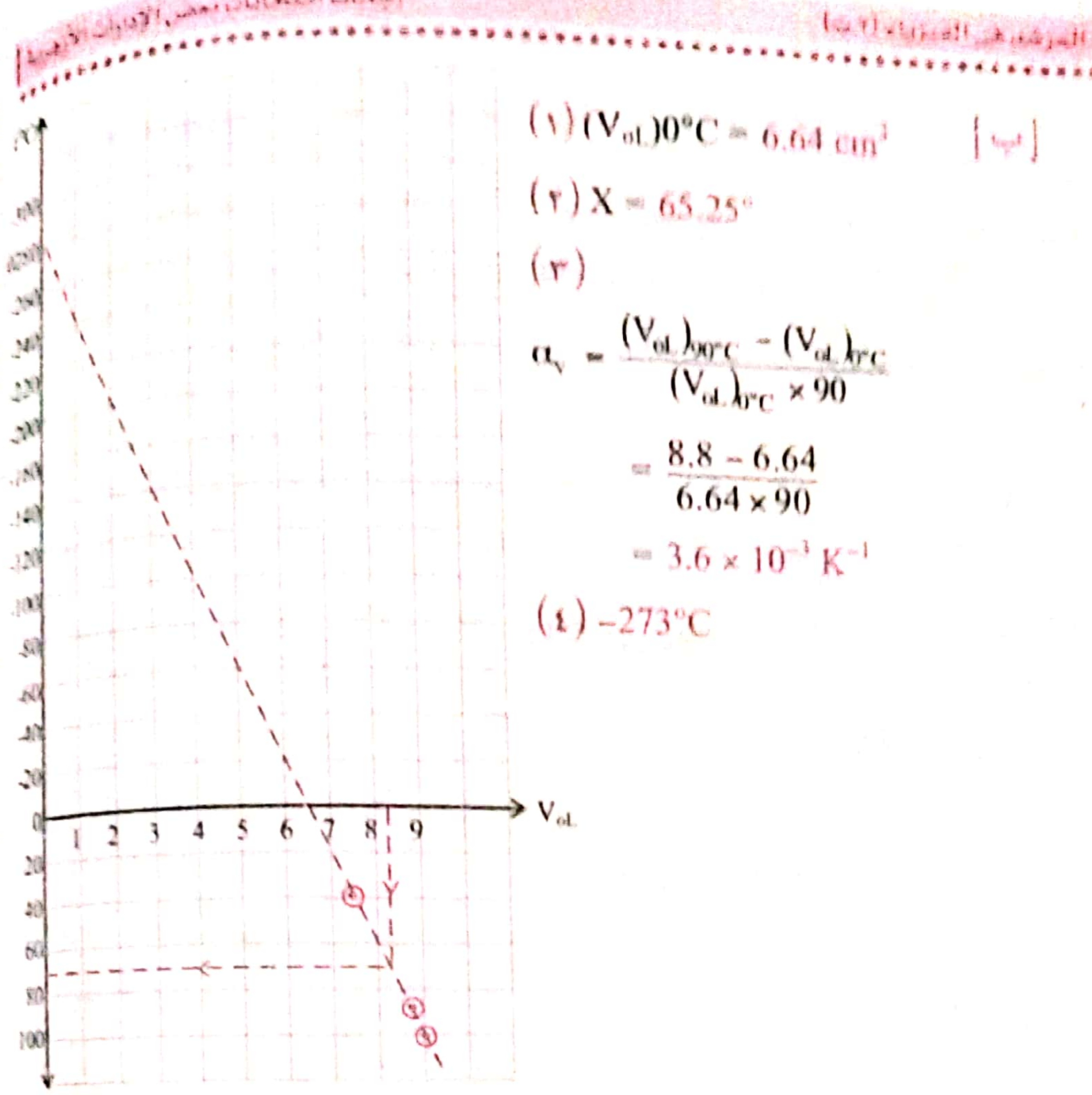
(٣) [أ] (١) مقدار الزيادة فى وحدة الحجوم من الغاز عند $0°C$ عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الضغط $= \frac{1}{273}$ من الحجم الأصلى .

(٢) الفائدة الآلية للمكبس $= 500$

[ب] انظر الكتاب .

---

(٤) [أ] (١) يقل .
(٢) عمق النقطة .
(٣) انتقالية عشوائية .
(٤) أقل من



[ب] (١) $(V_{oL})_{0°C} = 6.64\ cm^3$

(٢) $X = 65.25°$

(٣)

$$\alpha_v = \frac{(V_{oL})_{90°C} - (V_{oL})_{0°C}}{(V_{oL})_{0°C} \times 90}$$

$$= \frac{8.8 - 6.64}{6.64 \times 90}$$

$$= 3.6 \times 10^{-3}\ K^{-1}$$

(٤) $-273°C$

(١٩) حل امتحان (منطقة الدقهلية) لعام ١٤٣٨/١٤٣٩هـ، ٢٠١٧/٢٠١٨م

(١) [أ] (١) أى أن القوة المتوسطة العمودية على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة تساوى 120 N .

(٢) أى أن ضغط الغاز = الضغط الجوى المعتاد (76 سم.زئبق) ودرجة حرارة الغاز صفر سيلزيوس .

[ب] (١) **الأساس العلمى للاستدلال على مدى شحن بطارية السيارة :** الكثافة .

(٢) **الأساس العلمى للأنبوبة ذات الشعبتين :** الضغط عند نقطة فى باطن سائل .

[جـ] $$\alpha_v = \frac{(V_{oL})_{100°C} - (V_{oL})_{0°C}}{(V_{oL})_{0°C} \times 100} = \frac{19.48 - 14.26}{14.26 \times 100} = 3.66 \times 10^{-3}\ K^{-1}$$

[أ] (١) $\frac{120}{80}$ (٢) $\frac{1}{4} P_a$ (٣) يساوى . (٤) يظل ثابتا .

[ب] انظر الكتاب .

[جـ] $P = \Delta P + P_a = 5 \times 10^5 + 10^5 = 6 \times 10^5$ باسكال $\therefore P = \frac{6 \times 10^5}{10^5} = 6 P_a$

[أ] (١) حتى تتحمل الزيادة فى الضغط الناتجة عن زيادة عمق المياه حيث $(P \propto h)$

(٢) لأن قوى التماسك بين جزيئات الجوامد كبيرة .

[ب] $A = -273°C$, $B = (V_{oL})0°C$

$$\text{الميل} = \frac{(V_{oL})}{273} = \frac{\Delta(V_{oL})}{\Delta t} = (V_{oL})\alpha_v$$

نستنتج منه أن : $\alpha_v = \frac{1}{273}$ كلفن$^{-1}$

[جـ] $\therefore P = \frac{F}{A} = \frac{2000 \times 10 \times 7}{22 \times (16 \times 10^{-2})^2} = 2.486 \times 10^5 \ N/m^2$

---

(٤) [أ] (١) قاعدة باسكال . (٢) القانون العام للغازات .

(٣) معامل زيادة الضغط عند ثبوت الحجم .

[ب] $P_1(V_{oL})_1 + P_1(V_{oL})_2 = P(V_{oL})$ $\therefore 500 P_a + 1000 P_a = P \times 1000$

$\therefore 1500 P_a = P \times 1000$ $\therefore P = 1.5 P_a$

---

(٢٠) حل امتحان (منطقة البحيرة) لعام ١٤٣٨/١٤٣٩هـ ، ٢٠١٧/٢٠١٨م

(١) [أ] (١) لا يتغير . (٢) يساوى . (٣) ثابت .

[ب] $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \therefore \frac{3P_a}{P_2} = \frac{283}{313}$

$\therefore P_2 = \frac{313 \times 3P_a}{283} = 3.318 \ P_a$

---

(٢) [أ] (١) أى أن درجة الحرارة التى ينعدم عندها ضغط الغاز نظريا عند ثبوت الحجم

(٢) أى أن مقدار الزيادة فى وحدة الضغط من الغاز عند $0°C$ عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الحجم $= \frac{1}{273}$ من الضغط الأصلى .

(٣) معنى ذلك أن ضغط الهواء داخل الإطار = 5 ضغط جوى .

[ب] $P = P_a + \rho gh$ $\therefore 3 \times 1.013 \times 10^5 = 1.013 \times 10^5 + 1000 \times 9.8\ h$

$\therefore 2 \times 1.013 \times 10^5 = 1000 \times 9.8\ h$ $\therefore h = 20.67\ m$

---

(٢) [أ] (١) لأن الضغط ينتقل بتمامه إلى جميع أجزاء السائل فيكون $\left(\frac{F}{A} = \frac{f}{a}\right)$ وبما أن A أكبر بكثير من a فتكون F أكبر بكثير من f .

(٢) لأن جزيئات الغاز بينها مسافات فاصلة كبيرة نسبيًا تسمح بتقارب الجزيئات عند تعرضها للضغط .

(٣) حتى يكون طول عمود الهواء المحبوس مقياسًا للحجم .

[ب]
$$\frac{(V_{oL})}{(V_{oL}) + \Delta(V_{oL})} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{273 + 15}{273 + 87}$$

$$\therefore \frac{(V_{oL})}{(V_{oL}) + \Delta(V_{oL})} = \frac{280}{360} \qquad \therefore \frac{(V_{oL})}{(V_{oL}) + \Delta(V_{oL})} = \frac{4}{5}$$

$$\therefore 4(V_{oL}) + 4\Delta(V_{oL}) = 5(V_{oL}) \qquad \therefore \frac{\Delta(V_{oL})}{(V_{oL})} = \frac{1}{4}$$

---

(٤) [أ] انظر الكتاب .

[ب]
$$\Delta P = \rho gh = 13600 \times 9.8 \times 0.25 = 33320\ N/m^2$$

$$P = \Delta P + P_a = 33320 + 1.013 \times 10^5 = 1.346 \times 10^5\ N/m^2$$

---

(٢١) حل امتحان (منطقة بنى سويف) لعام ١٤٣٨/١٤٣٩هـ، ٢٠١٧/٢٠١٨م

(١) [أ] (١) 1.013 (٢) يساوى . (٣) أربعة أمثال .

[ب] $\because P_1 = P_a + \rho gh$

$$= 1.013 \times 10^5 + 10^3 \times 10 \times 10.13 = 2.026 \times 10^5\ N/m^2$$

$\because P_2 = 1.013 \times 10^5\ N/m^2$

$$\because \frac{P_1 (V_{oL})_1}{T_1} = \frac{P_2 (V_{oL})_2}{T_2}$$

$$\therefore \frac{2.026 \times 10^5 \times 28}{280} = \frac{1.013 \times 10^5 \times (V_{oL})_2}{300}$$

$$\therefore (V_{oL})_2 = \frac{2 \times 28 \times 300}{280} = 60\ cm^2$$

(٢) [أ] (١) تزداد القوة المؤثرة على قمرتها لأنه بزيادة العمق يزداد ضغط الماء .

(٢) يصبح ضغط الغاز مساويًا للصفر عند ثبوت الحجم أ، يصبح حجم الغاز مساويًا للصفر عند ثبوت الضغط .

(٣) يشغل كل غاز حجم الإناء كله حيث تدخل جزيئات الغاز في المسافات البينية للغازات الأخرى ، أما ضغط الخليط فيساوى مجموع ضغوط الغازات .

[ب] $\rho_1 h_1$ زيت $= \rho_2 h_2$ ماء ، h ماء $= 1.2 + 2 \times 1.2 = 3.6$ cm.

$$\therefore 800\ h_1 = 1000 \times 3.6 \times 10^{-2}$$

$$\therefore h_1 = \frac{1000 \times 3.6 \times 10^{-2}}{800} = 4.5 \times 10^{-2}\ m.$$

m للزيت $= \rho(V_{oL}) = \rho A h = 800 \times 2 \times 10^{-4} \times 4.5 \times 10^{-2}$

$= 7.2 \times 10^{-3}$ kg.

(٣) [أ] (١) المانومتر . (٢) الكثافة النسبية .

(٣) القانون العام للغازات .

[ب] انظر الكتاب .

(٤) [أ] (١) لأن السوائل غير قابلة للانضغاط فينتقل الضغط بتمامه إلى جميع أجزاء السائل ، أما الغازات قابلة للانضغاط لوجود مسافات بينية كبيرة نسبيًا بين جزيئاتها .

(٢) لأن الشغل الناتج عند المكبس الكبير يساوى الشغل المبذول على المكبس الصغير .

(٣) لأن الضغوط المتساوية بين الغازات المختلفة تزداد بنفس المقدار إذا رفعت درجة حرارتها لنفس الدرجة .

[ب] $\frac{P_1 (V_{oL})_1}{T_1} = \frac{P_2 (V_{oL})_2}{T_2} \Rightarrow \frac{60 \times 180}{300} = \frac{76 \times (V_{oL})_2}{273}$

$\therefore (V_{oL})_2 = 129.32\ cm^3$